

# TAMPEREEN RAITIOTIE SUUNNITTELUPERUSTEET

**JOHDANTO**

Suunnitteluperusteet on suunnittelun aikainen työkalu, jolla haetaan eri osapuolien hyväksyntä valittuihin ratkaisuihin. Suunnitteluperusteet määrittävät lähtötiedot Tampereen raitiotielle. Suunnitteluperusteisiin on kirjattu suunnittelun kannalta tärkeimpiä valintoja. Ne ottavat laajemmin kantaa, kuinka suunnittelu tulisi tehdä, raitiotieallianssille kuuluvat tehtävät on kirjattu hankesuunnitelmassa kohdassa hankkeen sisällön määrittäminen.

Ohje perustuu saksalaiseen BOStrab –ohjeeseen ja sisältää tietoja mm. raitiotien tilantarpeesta, radan vaaka- ja pystygeometrian suunnittelusta sekä kalustosta, joille em. arvot on suunniteltu. Suunnitteluperusteiden tekstiosioita tarkentamaan on laadittu myös tyyppipoikkileikkauspiirustuksia.

Joissakin kohdissa suunnitteluperusteissa on esitetty suositusarvo ja poikkeava minimi- tai maksimiarvo. Uusia alueita suunniteltaessa tulee aina käyttää suosituksen mukaisia arvoja. Poikkeavia arvoja saatetaan joutua käyttämään erityisen ahtaassa katutilassa kohtuuttomia rakennuskustannuksia vältettäessä. Poikkeavien arvojen mukaisia ratoja pystytään käyttämään samalla raitiovaunukalustolla, mutta tällöin kuitenkin mm. ajonopeudet hidastuvat, matkustajamukavuus kärsii, melutaso saattaa nousta sekä huolto- ja kunnossapitokustannukset kasvavat.

**TAMPEREEN RAITIOTIE, SUUNNITTELUPERUSTEET**

## SISÄLLYSLUETTELO:

1. HANKKEEN KUVAUS	7
1.1. Yleistä	7
1.2. Hankkeesta tehdyt päätökset, suunnitelmat ja selvitykset	7
1.3. Noudatettavat ohjeet	7
1.4. Liikennöinti	9
1.5. Hankkeen rajaus	9
1.6. Nykytilanteen kuvaus	9
1.7. Hankkeen koordinaattijärjestelmä	10
2. RAITIOTIEN LIIKENNETEKNISET SUUNNITTELUPERUSTEET	11
2.1. Yleistä	11
2.2. Raiteisto ja raiteenvaihtopaikat	11
2.3. Raiteiden sekä vaihteiden numerointi ja nimeäminen	12
2.4. Nopeudet	12
2.5. Raitiotien pysäkit ja päätepysäkit	13
2.6. Kalusto	14
2.7. Poikkeustilanteet ja niistä toipuminen	14
3. KATUJEN LIIKENNETEKNISET SUUNNITTELUPERUSTEET	16
3.1. Yleistä	16
3.2. Raitiotie katuliittymissä	16
3.3. Jalankulku ja pyöräily	17
3.4. Linja-autopysäkit	18
3.5. Pysäköinti	18
3.6. Valaistus	18
3.7. Liikenteenohjaus	19
4. RAITIOTIEN GEOMETRIA	20
4.1. Raidevälit	20
4.2. Radan kaarresäteet	20
4.3. Raiteen kallistukset	20
4.4. Siirtymäkaaret	21
4.5. Elementtien pituus	21
4.6. Korkeusviiva	22
4.7. Radan mittaus- ja merkitsemisjärjestelmä	23
5. AUKEAN TILAN ULOTTUMA	24
5.1. Yleistä	24

5.2. Kaarrelevitys	24
5.3. Kallistuslisä	26
5.4. Lisäykset ATUun eri tilanteissa	28
6. KATUJEN SUUNNITTELU	32
6.1. Poikkileikkaus	32
6.2. Liittymien suunnittelu	33
6.3. Vaaka- ja pystygeometriat	33
6.4. Esteettömyys ja suojatiet	34
6.5. Reunatuet	35
7. RAITIOTIEN PYSÄKIT JA NIIDEN VARUSTELU	35
7.1. Pysäkit ja laiturit	35
7.2. Ylityspaikat ja kulkuyhteydet	37
7.3. Katokset	37
7.4. Varusteet	38
7.5. Staattiset matkustajaopasteet	38
7.6. Valvontajärjestelmä	38
8. RAITIOTIEN PÄÄLLYSRAKENNE JA KATUJEN PÄÄLLYSTYS	39
8.1. Raitiotien päällysrakenne yleistä	39
8.2. Pääraiteet	39
8.3. Vaihteet	39
8.4. Sepeliraide	40
8.5. Kiintoraide	41
9. ALUSRAKENNE	43
9.1. Raitiotien alusrakenne	43
9.2. Katujen alusrakenne	45
10. POHJARAKENTEET	45
10.1. Stabiliateetti	45
10.2. Massanvaihto	46
10.3. Painumat	46
10.4. Paalulaatat ja sillakkeet	47
10.5. Maaleikkausluiskat	48
10.6. Kallioleikkaukset	48
11. JOHTOSIIRROT	49
12. RAITIOTIEN JA KATUJEN KUIVATUS SEKÄ RUMMUT	51
13. SILLAT JA TUKIMUURIT	53
13.1. Vaaditut alikulkukorkeudet	53
13.2. Suunnittelukuormat	53
13.3. Muut vaatimukset	57

14. RATASÄHKÖISTYS	60
14.1. Sähköturvallisuus	60
14.2. Syöttöasemat ja raitiotien syöttöjärjestelmä	61
14.3. Ratajohdon maadoitusjärjestelmä	63
14.4. Ratajohdon ryhmittely	63
14.5. Ratajohdon kaukokäyttö	64
14.6. Ratajohto	65
15. VAHVAVIRTA	68
15.1. Tehonsyöttö	68
15.2. Vaihdelämmitys- ja pysäkkilämmitysjärjestelmä	68
15.3. Valaistus	69
15.4. Kaapelointi	69
16. RADAN TURVALAITTEET JA OHJAUSJÄRJESTELMÄ	72
16.1. Yleiset vaatimukset	72
16.2. Vaihteet ja vaunun tunnistus	72
16.4. Raiteenvaihtopaikat	73
16.5. Opastimet, varoituslaitteet ja merkit	73
16.6. Seurantajärjestelmä	74
17. RAITIOTIEN TIETOLIIKENNE	75
17.1. Runkoverkko	75
17.2. Puheradio	76
18. INFORMAATIO- JA MAKSUJÄRJESTELMÄT	77
18.1. Yleiset vaatimukset	77
18.2. Matkustajainformaatio pysäkeillä	78
18.3. Maksujärjestelmä	78
19. YLEISET VALVONTAJÄRJESTELMÄT	79
19.1. Kamerajärjestelmä	79
19.2. Kulunvalvonta- ja murtoilmaisujärjestelmä	80
20. LIIKENNEVALOJÄRJESTELMÄT	81
21. TEKNISET RAKENNUKSET JA MUUT TILAT	83
22. KATUMILJÖÖ JA VIHERRAKENTEET	84
22.1. Katumiljöö	84
22.2. Viherrakentaminen	84
22.3. Aitaus ja pysäkkikaiteet	86
22.4. Kiveykset	87
23. YMPÄRISTÖ	89
23.1. Yleistä	89
23.2. Runkomelu ja tärinä	90

23.3. Pohjavesialueet	90
24. TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT	92

## 1. HANKKEEN KUVAUS

### 1.1. Yleistä

Hankkeella tarkoitetaan Tampereen raitiotiehanketta, joka käsittää linjaosuudet Pirkankatu-Lentävänniemi, Hiedanranta-Lielähti, Sammonaukio-TAYS, Pirkankatu-Hervantajärvi ja Insinöörinkatu-Varikko sekä Hervannassa sijaitsevan varikon.

Suunnitteluperusteet määrittelevät lähtötiedot Tampereen raitiotien suunnittelulle. Suunnittelun aikana tehdyt muutokset ja poikkeukset on merkittävä suunnitteluperusteisiin.

Hankkeen suunnittelussa ja rakentamisessa on noudatettava voimassa olevaa lainsäädäntöä ja asetuksia sekä rakentamismääräyskokoelmaa.

Suunnittelun pohjana käytetään vuonna 2014 hyväksyttyä yleissuunnitelmaa sekä vuonna 2015 hyväksyttyjä yleissuunnitelmaa tarkentavia suunnitelmia.

### 1.2. Hankkeesta tehdyt päätökset, suunnitelmat ja selvitykset

- Yleissuunnitelma, hyväksytty kaupunginvaltuuston kokouksessa 16.6.2014
- Yleissuunnitelman tarkistuksia 2015
- Yleissuunnitelman rinnalla laadittuja oheisselvityksiä mm. toteutusmalliselvitys, selvitys raitiotien työllisyysvaikutuksista
- Päätös raitiotien ensimmäisen vaiheen rakentamisesta 7.11.2016
- Päätös osan kaksi kehitysvaiheen aloittamisesta 18.12.2017
- Päätös osan 2A toteutusvaiheen aloittamisesta 20.4.2020

Kaikki raitiotiehen liittyvät hyväksytyt suunnitelmat löytyvät osoitteesta <http://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie/suunnitelmat-ja-selvitykset.html>

### 1.3. Noudatettavat ohjeet

Suunnitelmat laaditaan käyttäen seuraavia voimassa olevia ohjeita:

Joukkoliikenne:

- Paikallisliikenneliiton infrakortit 1–13, v. 2008

Katusuunnittelu

- Tampereen kaupunki - Kävelyn ja pyöräilyn erottelun ja ajoratamerkintöjen periaatteet, päivitys 2020 (uusi tieliikennelainsäädäntö)
- Väylävirasto - *tasoliittymät*- ohje
- Väylävirasto - *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnitteluohje*
- Väylävirasto - *Liikennevalosuunnitteluohje, LIVASU 2016*
- Väylävirasto - *Tiemerkintöjen suunnitteluohje*
- Kuntaliitto, Erikoiskuljetukset suunnittelussa, 2019
- LVM:n asetus näkemäalueista 65/2011

Ratasuunnittelu:

- BOStrab - *Track Route Planning* (TRStrab Routing) sekä *Dimensioning Track Clearance* (TRStrab Clearance) soveltuvin osin
- Väylävirasto - *Ratatekniset ohjeet* (RATO) soveltuvin osin

## Geotekniikka:

- InfraRYL 2020/1 *Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset*
- *Eurokoodien soveltamisohje - Geotekninen suunnittelu-NCC17*
- Väylävirasto Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenteet soveltuvin osin

## Ratajohtosuunnittelu:

- Standardit EN50122, EN50388, EN50163, EN50119, EN50149 ja IEC60850

## Vaihteenohjaus- ja liikennevalosuunnittelu:

- *BOStrab* soveltuvin osin
- VDV 331 *Safety integrity requirements for Signalling and train safety installation according to BOStrab*
- Liikennevalojen suunnittelu *LIVASU* (Liikennevirasto 2006)
- *Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset*, Liikennevalot (Tiehallinto 2004), voimassa liitetaulukoiden osalta

## Sähkönsyöttö ja vahvavirta:

- EN50119 *Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines*
- EN50122-1 *Railway applications - Fixed installations — Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing*
- EN50122-2 *Railway applications - Fixed installations — Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems*
- EN50162 *Protection against stray current from direct current systems*
- SFS 6000 *Sähköasennukset* osa 1; Pienjänniteasennukset
- SFS 6001 *Sähköasennukset*, Suurjänniteasennukset ja ilmajohtot
- SFS 6002 *Sähköasennukset* osa 2; Sähkötyöturvallisuus
- TAMPEREEN RAITIOTIE Tekniset järjestelmät Maadoitus ja sähköturvallisuus

## Valaistus:

- Väylävirasto *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu* 13.5.2015
- *SuRaKu*-ohjekortit

## Taitorakenne (sillat, kiintoraidelaatat, tukimuurit, paalulaatat, yms):

- Vuoden 2019 alussa voimassa olevien Eurokoodit ja näiden kansalliset liitteet sekä Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohjeet (NCCI-sarjan)
- Vuoden 2019 alussa voimassa olevat Liikenneviraston ohjeluettelon taitorakennesuunnittelua koskevat ohjeet ja vaatimukset
- Vuoden 2019 alussa voimassa olevat *Silko*, Siltojen korjausohjeet

## Rakennesuunnittelu (talorakenteet, sähkönsyöttöasemat ja varikko):

- Vuoden 2019 alussa voimassa olevien Eurokoodit ja näiden kansalliset liitteet

## Ympäristö:

- *Radanpidon ympäristöohje* (Liikenneviraston ohje 22/2013)
- *Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa* (BAT), SYKE 25/2010
- *Rakennustyömaan hulevesien hallinta* (RTS 16:23)

## Viherrakentaminen

- InfraRYL 2016
- Viherympäristöliitto - *Viherrakentamisen yleinen työselostus* VRT-17
- Avoimien maisemaniittyjen rakentamisessa noudatetaan soveltaen ohjetta *Raitiotien ympäristön niittyalueet* (Tampereen kaupungin rakennustapaohje 21.6.2016)



## 1.4. Liikennöinti

### **Vaatus 1**

Normaalissa liikennetilanteessa raitiotien vuoroväli on kummankin linjan omalla osuudella tiheimmillään 7,5 minuuttia ja linjojen yhteisellä osuudella tiheimmillään 3,75 minuuttia. Lielahden haaran liikennöintiin tulee varautua liikennetilanteella, jossa osuudella Hervantajärvi - Nottbeckin aukio on 5 minuutin vuoroväli, jolloin linjojen yhteisellä osuudella on tiheimmillään 3 minuutin vuoroväli.

#### *Kommentti 1*

Vuoroväliä ja muita liikennöintikysymyksiä tarkennetaan erillisessä "Liikennöintimalli"-dokumentissa, viimeisin versio 03.08.2020

#### *Kommentti 2*

Vuoroväliä voidaan tulevaisuudessa tihentää, jos matkustajakysyntä sitä vaatii. Tiheimmillään linjojen yhteisellä osuudella vuoroväli voi olla 1,5 min.

### **Vaatus 2**

Vaunun tulee matkustajapalvelussa pysyä suunniteltuun aikatauluun nähden yhden minuutin aikaikkunan sisällä.

#### *Kommentti 1*

Etujassa ajo ei pääsääntöisesti ole sallittua.

#### *Kommentti 2*

Päätepysäkkejä edeltävillä pysäkinväleillä etujassa ajo on kuitenkin sallittu. Näin mahdollistetaan liikennetilanteen salliessa lyhyempi matka-aika.

#### *Kommentti 3*

Kuljettajaa informoidaan aikataulussa pysymisestä joko pysäkillä tai vaunussa olevin sähköisin välinein (esim. näyttölaite).

### **Vaatus 3**

Normaalissa liikennetilanteessa käytetään oikeanpuoleista liikennettä.

### **Vaatus 4**

Normaalissa liikennetilanteessa ja häiriötilanteissa ajetaan lähtökohtaisesti näkemien perusteella.

#### *Kommentti 1*

Turvallitteilla voidaan parantaa liikennöinnin sujuvuutta ja turvallisuutta.

## 1.5. Hankkeen rajaus

### **Vaatus 1**

Tampereen raitiotiehanke rajoittuu vain raitiotien rakentamisen vaatimiin muutoksiin.

## 1.6. Nykytilanteen kuvaus

Nykytilanteessa Tampereella ei ole raitiotietä. Raitiotie rakennetaan pääosin olemassa olevaan katuverkkoon.

**1.7. Hankkeen koordinaattijärjestelmä****Vaatus 1**

Koordinaattijärjestelmä on ETRS-GK24.

**Vaatus 2**

Korkeusjärjestelmä on N2000.

## 2. RAITIOTIEN LIIKENNETEKNISET SUUNNITTELUPERUSTEET

### 2.1. Yleistä

#### **Vaatus 1**

Liikenneturvallisuuden varmistamiseksi raitainfran laatutasotekijät ja niiden kriteerit eritellään ja kuvataan katuosuuksittain.

#### *Kommentti 1*

Liikenneturvallisuuteen liittyvät tekijät kuvataan Liitteessä 1. Korkeampi nopeustaso edellyttää turvallisempia infraratkaisuja.

#### *Kommentti 2*

Liikenneturvallisuuden osalta pyritään hyvään (vihreään) tasoon, joka on suomalaisen liikenneturvallisuusvision mukainen.

#### *Kommentti 3*

Perusratkaisu on hyväksyttävä lähtötaso.

### 2.2. Raiteisto ja raiteenvaihtopaikat

#### **Vaatus 1**

Raiteistosta laaditaan raiteistokaavio, jossa kuvataan linjaosuudet, vaihteet ja päätepysäkit vaihdejärjestelyineen.

#### **Vaatus 2**

Raiteenvaihtopaikat sijaitsevat toiminnallisesti järkevillä paikoilla.

#### *Kommentti 1*

Raiteenvaihtopaikkojen tehtävä on kohdassa 2.7 kuvatuissa poikkeustilanteissa mahdollistaa yksiraiteinen liikennöinti 15 min vuorovälillä.

#### *Kommentti 2*

Raiteenvaihtopaikkojen sijoittelussa pyritään siihen, että raiteenvaihtopaikka sijaitse välittömästi pysäkin vieressä. Näin vaunu voi tarvittaessa odottaa pysäkillä raiteenvaihtomahdollisuutta.

#### *Kommentti 3*

Raiteenvaihtopaikat voidaan toteuttaa myös hajautettuina siten, että toiselle raiteelle johtavien vaihteiden väliin jää linjaosuutta.

#### *Kommentti 4*

Puolikkaalla/osittaisella raiteenvaihtopaikalla on pääsy vain toiselle raiteelle (kaksi vaihdetta).

#### *Kommentti 5*

Puolikkaat/osittaiset raiteenvaihtopaikat voidaan myöhemmin täydentää täydellisiksi.

#### *Kommentti 6*

Täydellinen raiteenvaihtopaikka toteutetaan lähtökohtaisesti ilman raideristeystä.

#### *Kommentti 7*

Raiteenvaihtopaikoille tulee suunnitelmissa esittää sijaintivaroja.

### 2.3. Raiteiden sekä vaihteiden numerointi ja nimeäminen

#### **Vaatus 1**

Raiteet ja vaihteet identifioidaan yksilöllisellä tunnuksella.

#### *Kommentti 1*

Pituusmittausraide on Lentävänniemestä Hervantaan katsottuna vasemmanpuoleinen raide. Pituusmittausraiteen tunnus on 2. Lentävänniemestä Hervantaan katsottuna oikeanpuoleisen raiteen tunnus on 1.

#### **Vaatus 2**

Suunnitelmissa esitetään raiteiden ja vaihteiden lopullinen numerointi.

### 2.4. Nopeudet

#### **Vaatus 1**

Raitiovaunun nopeusrajoitus on sekaliikennekaistalla sama kuin kyseisen kadun ajoneuvoliikenteen nopeusrajoitus.

#### *Kommentti 1*

Myös omalla väylällä kulkeva raitiovaunu noudattaa lähtökohtaisesti läheisen kadun ajoneuvoliikenteen nopeusrajoitusta.

#### *Kommentti 2*

Liikennöinnin suurin nopeus on 70 km/h.

#### *Kommentti 3*

Pysäkin suurin ohitusnopeus on BOStrabin mukaisesti 40 km/h, jos rataosan suurin nopeus on tätä suurempi.

#### *Kommentti 4*

Raitiotieradan suurin geometrinen mitoitusnopeus on 80 km/h.

#### *Kommentti 5*

Vaihdealueilla suurin sallittu nopeus on kyseisen vaihteen rakenteellinen ja turvalaitteiden mahdollistama nopeus.

#### **Vaatus 2**

Raitiotielle on laadittu rataosittainen nopeustasosuunnitelma, joka ottaa huomioon sekä liikenneturvallisuuden että liikennetalouden (Liite 1).

#### *Kommentti 1*

Liitteessä 1 kuvataan rataosuuksien peruseriaatteen, joita on tarvittaessa tarkennettava esimerkiksi liittymä- ja suojatiekohtaisesti.

#### *Kommentti 2*

Liikenneturvallisuuteen liittyvät kriteerit voivat toteutua erilaisin infratoimenpitein kolmella laatutasolla. Tavoiteltava laatutaso esitetään vihreällä, hyväksyttävä taso keltaisella ja vain erityisyistä hyväksyttävä huono taso punaisella.

#### *Kommentti 3*

Nopeustasosuunnitelman suositukset perustuvat lähtökohtaisesti hyvään tai hyväksyttävään laatutasoon.

#### **Vaatus 3**

Jalankulku ja pyöräily tulee lähtökohtaisesti erottaa raitiotiestä raitiotien nopeustason

ylittäessä 20 km/h ja autoliikenne viimeistään raitiotien nopeustason ylittäessä 40 km/h.

*Kommentti 1*

Samassa tilassa jalankulun ja pyöräilyn kanssa kulkevan raitiovaunuliikenteen suurin nopeus on 20 km/h.

*Kommentti 2*

Fyysisesti jalankulusta ja pyöräilystä erotetun raitiovaunuliikenteen suurin nopeus on 40 km/h. Erottelukeinoja voivat aidan lisäksi olla esimerkiksi pollarit, pollarit ja ketju, pensaat tai reunakivi.

*Kommentti 3*

Nopeustason 40 km/h ylittäminen edellyttää raitiotien omaa väylää sekä tämän väylän ylittämistä vain liikennevalo-ohjattuna tai eritasoratkaisua

## 2.5. Raitiotien pysäkit ja päätepysäkit

### **Vaatus 1**

Pysäkkien yhteydessä olevat suojatiet ja raiteiden ylityspaikat suunnitellaan ikäturvallisiksi kunkin kohteen erityispiirteet huomioon ottaen.

*Kommentti 1*

Nykyinen lainsäädäntö vaatii liikennevaloilla ohjatun suojatien suorana jatkeena olevalle raitiotien ylityskohdalle liikennevalo-ohjauksen. Helsingissä tällaisessa tapauksessa on muutamassa kohteessa käytetty ns. VAROVA-valoja.

*Kommentti 2*

Suojatie voidaan katkaista raiteiden ylityspaikan kohdalla.

*Kommentti 3*

Ylityspaikkojen varustelu noudattaa raitiotien ja ajoradan nopeustasoja. (Liite 1)

*Kommentti 4*

Ylitettävien ajoneuvoliikenteen kaistojen määrä tulee pysäkkien kohdalla minimoida.

*Kommentti 5*

Pysäkkien fyysiset mitat kuvataan kohdassa 7.

### **Vaatus 2**

Päätepysäkkien yhteydessä on kääntymistila vähintään kahdelle raitiovaunulle.

*Kommentti 1*

Päätepysäkkien järjestelyt riippuvat vaunukierrosta ja aikataulusuunnittelusta. Päätepysäkillä voi tämän vuoksi olla samaan aikaan kaksi linjaliikenteen vaunua.

*Kommentti 2*

Yksi vaunupaikka on viiallisen kaluston tilapäistä säilytystä tai varavaunua varten.

*Kommentti 3*

Suunnanvaihto on mahdollinen myös kahden vaunun yksiköllä.

*Kommentti 4*

Kuljettajanvaihdot tapahtuvat keskustassa. Alustavasti Pyyrikintorilla.

*Kommentti 5*

Makkarajärven haaralla etelän suunnan pysäkkien varustelu voi olla kevyempi kuin keskustan suunnalla. Lentävänniemen haaralla pohjoisen suunnan pysäkkien varustelu voi olla kevyempi kuin keskustan suunnalla. Tilavaraukset täydelle varustelulle tulee kuitenkin tehdä.

*Kommentti 6*

Väliaikaisten päätepysäkkien rakentamisessa varaudutaan niiden varusteluun jatkossa linjaliikenteen normaaleiksi pysäkeiksi.

**Vaatus 3**

Päätepysäkkien yhteyteen järjestetään turvallinen kadun ja raiteiden ylitys.

**2.6. Kalusto****Vaatus 1**

Mitoittava vaunupituus on 47 m.

*Kommentti 1*

Koskee mm. pysäkkejä ja varikkoa.

**2.7. Poikkeustilanteet ja niistä toipuminen****Vaatus 1**

Raitiovaunun vuoroväli poikkeustilanteissa on oltava 15 min tai parempi.

*Kommentti 1*

Poikkeustilanteella tarkoitetaan äkillistä häiriötilannetta, joka voi johtua esimerkiksi muun liikenteen aiheuttamasta haitasta.

*Kommentti 2*

Tässä kohdassa ei tarkoiteta ennalta suunniteltua poikkeusliikennettä esimerkiksi ratatöiden vuoksi.

*Kommentti 3*

Yli 15 min vuorovälit eivät ole suositeltavia, koska jäljelle jäävien vuorojen matkustajamäärä nousisi liian suureksi.

**Vaatus 2**

Raitiotieliikenteessä yleiset häiriötilanteet mallinnetaan ja niiden vaikutus liikennöintiin todetaan simuloinnilla.

**Vaatus 3**

Kaksiraiteisilla omalla väylällään kulkevilla rataosuuksilla tulee olla mahdollista liikennöidä molemmilla raiteilla molempiin suuntiin.

*Kommentti 1*

Yksiraiteiseen liikennöintiin siirtyminen tulee olla mahdollista 15 minuutissa siitä, kun yksiraiteiseen liikennöintiin siirtymisestä on päätetty.

*Kommentti 2*

Yksiraiteinen liikennöinti normaalista poikkeavaan suuntaan sekaliikennekaistalla ei ole sallittua.

*Kommentti 3*

Raitiotieliikenteen keskitetty liikenteenhallinta ohjeistaa kuljettajat poikkeustilanteissa.

*Kommentti 4*

Yksiraiteista liikennöintiä vaativissa poikkeustilanteissa nopeusrajoitus on alennettu. Nopeustaso riippuu katu- tai rataosuuden luonteesta.

*Kommentti 5*

Kalustossa tulee olla mahdollisuus nopeuden rajoittamiseen. Nopeudenrajoitin on lähtökohtaisesti informatiivinen.

### 3. KATUJEN LIIKENNETEKNISET SUUNNITTELUPERUSTEET

#### 3.1. Yleistä

##### **Vaatus 1**

Raitiotiekadut ja niiden osuudet jaksotetaan niiden kapasiteetti- ja liikenneturvallisuusvaatimusten mukaisesti (Liite 1).

##### *Kommentti 1*

Nopeustasot ja niihin liittyvät muun liikenteen erottelutoimenpiteet kuvataan kohdassa 2.4.

##### *Kommentti 2*

Liikenneturvallisuuden kannalta haastavat erityiskohteet tunnistetaan.

##### *Kommentti 3*

Kaupunkikuvalliset vaatimukset otetaan suunnittelussa huomioon.

##### **Vaatus 2**

Suunnittelussa määritellään kadut ja katuosuudet, joilla joukkoliikenteen ja huoltoajomahdollisuuden on säilyttävä koko rakennustyön ajan.

##### *Kommentti 1*

Hälytysajoneuvojen on päästävä kaikille kaduille koko työn ajan.

##### *Kommentti 2*

Tonteille pääsyä ei tule kohtuuttomasti rajoittaa työn aikana.

##### **Vaatus 3**

Nykyinen lainsäädäntö edellyttää, että raitiovaunu antaa suojaosalla tilaa jalankulkijoille.

##### **Vaatus 4**

Pelastusviranomaisten pelastusreiteille ei saa jäädä kiinteitä esteitä, jotka estävät pelastuslaitoksen ajoneuvojen kulun kiinteistöille.

##### **Vaatus 5**

Katutilan mitoituksessa varmistetaan erikoiskuljetusreitin kulku

#### 3.2. Raitiotie katuliittymissä

##### **Vaatus 1**

Ajoneuvoliikenteen risteykset pitää suunnitella siten, että raitioliikenteellä on etuajaoikeus muuhun liikenteeseen nähden.

##### **Vaatus 2**

Katuverkon liittymissä raitiotie ja muu liikenne risteävät pääsääntöisesti liikennevalo-ohjatusti.

##### **Vaatus 3**

Ajoneuvoliikenteen kääntymismahdollisuus vasemmalle raiteiden yli pyritään poistamaan esimerkiksi kiertotiejärjestelyin.



*Kommentti 1*

Jos tämä ei ole mahdollista, kääntymismahdollisuus järjestetään pääsääntöisesti raitiotiestä erilliselle kaistalle.

*Kommentti 2*

Raiteiden yli tapahtuvan vasemmalle kääntymisen tulee olla valo-ohjattua.

**Vaatus 4**

Kiertoliittymissä raitiotie linjataan lähtökohtaisesti keskiympyrän läpi ilman sivusiirtymää, jos ratalinjaa ei ole mahdollista linjata kiertoliittymän ulkopuolelle.

*Kommentti 1*

Raitiovaunulle tulee järjestää esteetön kulku kiertoliittymän läpi liikennevalo-ohjauksen avulla.

*Kommentti 2*

Poikkeaminen Vaatimuksesta 4 edellyttää erityisiä perusteluja.

**Vaatus 5**

Kiertoliittymään tulevan raitiotien tulee olla omalla kaistallaan, ei sekaliikennekaistalla

**Vaatus 6**

Kiertoliittymään tulevan raitiotien tulee olla kadun keskellä.

### 3.3. Jalankulku ja pyöräily

**Vaatus 1**

Verkolliset jalankulku- ja pyöräily-yhteydet raitiotieradan yli tulee järjestää turvallisesti.

*Kommentti 1*

Tavoitteena on järjestää raitiovaunulle viiveetön kulku erikoistapauksissa esimerkiksi liikennemerkillä B5 Väistämisvelvollisuus risteyksessä

*Kommentti 2*

Eritasoiset pyöräilyreitit otetaan huomioon esimerkiksi verkon toiminnallisen luokituksen avulla.

**Vaatus 2**

Esteettömyys suunnitellaan kohdassa 21.1. Katumiljöo kuvattujen ohjeiden mukaisesti.

*Kommentti 1*

Erikoistason esteettömyysreitit kohteineen määritellään yhdessä esteettömyysasiamiehen kanssa TAS-vaiheessa.

**Vaatus 3**

Työnaikaisissakin tonttiliittymäjärjestelyissä on pyrittävä vähintään nykytilan säilyttämiseen.

*Kommentti 1*

Työnaikaiset järjestelyt suunnitellaan katukohtaisesti.

**Vaatus 4**

Pyöräpysäköintipaikat sijoitetaan lähelle laiturialuetta ja toteutetaan avotelinepaikkoina tai katospaikkoina.

**Vaatus 5**

Raitiotien ylityskohtaa ei merkitä suojatiksi. Poikkeuksena sekaliikennekaistat, jolloin suojatiet tulee merkitä.

**3.4. Linja-autopysäkit****Vaatus 1**

Linja-auton ja raitiovaunun yhteiskäyttöpysäkeillä sekä linja-auton että raitiovaunun vaatimukset tulee huomioida esimerkiksi pysäkin korkeustasoissa ja katoksissa.

*Kommentti 1*

Raitiovaunun ja bussien kynnyskorkeuksien ero otetaan huomioon myös välilaitureilla, joissa raitiovaunu ja bussi käyttävät laiturin eri puolta. Esteettömän bussipysäkin vaatimusten mukaisesti ajorata- tai niemekepysäkeillä reunakiven korkeus voi olla 20 cm.

*Kommentti 2*

Bussin tulee voida ajaa pysäkin reunakiveyksen suuntaisesti ja riittävän lähelle sitä, jotta bussiin nouseminen ja poistuminen sujuvat helposti ja turvallisesti. Väylägeometrian ja välilaiturin sijainnin tulee olla sellainen, että bussin ajo pysäkillä ja siitä pois onnistuu ilman etu- ja takaylitystä, jos reunakiven korkeus on yli 12 cm.

**Vaatus 2**

Jos vaihtopysäkeillä vaihto raitiovaunun ja bussin välillä ei tapahdu samalla laiturilla, pyritään kävelymatka pysäkkien välillä minimoimaan ja pysäkkien välille toteutetaan myös opastus.

*Kommentti 1*

Vaihtopysäkillä näkövammaisille on järjestetty opastus joukkoliikennevälineestä toiseen.

**Vaatus 3**

Jos bussilla on mahdollisuus lähteä jyrkästi pysäkiltä, esimerkiksi väistäessä edessä pysähdyksissä olevaa bussia, bussin perän ylitykselle tulee varata 1,5 m tilaa, jossa laiturialueella ei ole kiinteitä rakenteita.

**3.5. Pysäköinti****Vaatus 1**

Pysäköintiruutujen käytön ei tule häiritä tai estää raitiotieliikennettä talviolloissakaan.

*Kommentti 1*

Raitiotieliikennettä häiritsevät pysäköintiruudut tulee poistaa.

*Kommentti 2*

Allianssi suunnittelee liityntäpysäköinnin vain polkupyörien osalta. Henkilöautojen liityntäpysäköinti tarkastellaan erikseen.

**3.6. Valaistus****Vaatus 1**

Raitiotien ylityskohdat ja liittymäalueet on valaistava.

*Kommentti 1*

Yli 40 km/h ajettavien linjaosuuksien valaistus on selvitettävä erikseen.

**Vaatus 2**

Valaistuspylväiden yhteiskäyttö suunnitellaan katukohtaisesti.

**3.7. Liikenteenohjaus****Vaatus 1**

Tampereen keskusta-alueella portaaleina käytetään mallia "Tampere".

*Kommentti 1*

Muilla alueilla käytetään Liikenneviraston portaalityyppejä Liikenneviraston ohjeiden mukaisesti.

## 4. RAITIOTIEN GEOMETRIA

### 4.1. Raidevälit

#### **Vaatus 1**

Raideväli on  $\geq 3,15$  m, kun sähköratapylväät sijaitsevat raiteiden ulkopuolella.

#### *Kommentti 1*

Raideväliä on kasvatettava kaarteissa ja suorilla kaarteiden läheisyydessä kappaleessa 5 esitettyjen ATU:n laskentakaavojen (kaarrelevitys ja kallistuslisä) mukaisesti.

#### *Kommentti 2*

Laitureiden, siltojen, sähkörata- ja turvalaitteiden tai muiden rakenteiden sekä pohjaolosuhteiden vuoksi raideväli on aina tarkasteltava erikseen ATU:n määräykset huomioiden.

#### **Vaatus 2**

Raideväli on  $\geq 3,65$  m, kun sähköratapylväät (leveys 300 mm) sijaitsevat raiteiden välissä.

### 4.2. Radan kaarresäteet

#### **Vaatus 1**

Kaarresäteen minimi on  $R = 25$  m.

#### *Kommentti 1*

Pysäkkien kohdalla ei sallita kaarretta. Kaarteiden etäisyys laiturin päätepisteestä tulisi olla vähintään 30 m. Jos kaarteiden ja laiturin pään etäisyys jää pienemmäksi, tulee tarkastella mahdolliset muutostarpeet laiturin paasikiviin laiturin päässä, ettei vaunu törmää laiturin kaarteiden vaikutuksesta.

#### *Kommentti 2*

Linjaraitteella pyritään aina mahdollisimman suuriin säteisiin, mitoitus tehdään kaarrekohtaisesti.

### 4.3. Raiteiden kallistukset

#### **Vaatus 1**

Kallistukset mitoitetaan siten, että tasapainonopeus (nopeus, jolla raiteiden kallistus on tasapainokallistus) on mahdollisimman lähellä raitiovaunun kyseisellä alueella käyttämää nopeutta.

#### *Kommentti 1*

Pysäkin kohdalla ei ole kallistuksia.

#### **Vaatus 2**

Suurin kallistus on 150 mm.

#### *Kommentti 1*

Katualueilla ja sekaliikennealueilla raiteiden kallistus on lähtökohtaisesti 0. Mahdollisesti voidaan käyttää kadun sivukaltevuuden mukaista kallistusta.

**Vaatus 3**

Kompensoimaton poikittaiskiihtyvyys, tavoite 0,20–0,65 m/s<sup>2</sup>.

*Kommentti 1*

Tavoitearvo on vähintään = 0 m/s<sup>2</sup>. Minimiarvo = -0,65 m/s<sup>2</sup>

*Kommentti 2*

Maksimiarvo poikkeustilanteissa = 0,98 m/s<sup>2</sup>.

**Vaatus 4**

Kallistusviisteenä käytetään suoraa kallistusviistettä, jonka pituus on sama kuin siirtymäkaaren pituus.

**Vaatus 5**

Kallistusviisteen kaltevuuden maksimi on 1/6V, tai vähintään 1/300.

*Kommentti 1*

Tavoite vähintään 1/10V.

**4.4. Siirtymäkaaret****Vaatus 1**

Siirtymäkaarena käytetään klotoidia. Sen parametri A määräytyy siirtymäkaaren pituusvaatimuksen perusteella.

*Kommentti 1*

Varikon raiteistolla ei käytetä siirtymäkaaria.

**Vaatus 2**

Mitoituksen lähtökohtana on nykyäys, jonka maksimiarvo on 0,67 m/s<sup>3</sup>.

*Kommentti 1*

Jos nykyäksen perusteella vaadittavan klotoidin pituus olisi vähemmän kuin 7,5 m (vaunun teliväli), voidaan klotoidi jättää pois.

**Vaatus 3**

Siirtymäkaaren pituus mitoitetaan joko nykyäksen (4.5 vaatimus 2) tai kallistusviisteen (4.4 vaatimus 5) mukaisesti, käyttäen näistä suurempaa arvoa.

**4.5. Elementtien pituus****Vaatus 1**

Kaarresäteen ollessa R = 25 m, erisuuntaisten kaarien väliin tulee sijoittaa vähintään 10 m suora (myös varikolla). Kaarresäteen kasvaessa välisuora lyhenee siten, että kun R ≥ 40 välisuoraa ei tarvita. Kaarresäteiden ollessa R = 25-40 tarvittava välisuora on taulukon mukaisesti:

Taulukko: erisuuntaisten kaarteiden väliin tarvittavan välisuoran pituus

Kaarteiden säteet (m)	$25 \leq R_1 < 27.5$	$27.5 \leq R_1 < 30$	$30 \leq R_1 < 35$	$35 \leq R_1 < 40$	$R_1 \geq 40$
$25 \leq R_2 < 27.5$	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
$27.5 \leq R_2 < 30$	10,0	6,0	6,0	5,5	5,0
$30 \leq R_2 < 35$	10,0	6,0	4,0	3,5	3,0
$35 \leq R_2 < 40$	10,0	5,5	3,5	1,5	1,0
$R_2 \geq 40$	10,0	5,0	3,0	1,0	0,0

*Kommentti 1*

Suosittelava suoran pituus erisuuntaisten kaarien välissä on vähintään 7,5 m. Jos suora on lyhyempi, ei sitä voida ottaa huomioon sallittavan nykyksen laskemisessa, nykyä pitää laskea erisuuntaisten kaarresäteiden kaarevuuksien summasta.

*Kommentti 2*

Vaihteen sisäinen kaari tai suora voidaan lukea osaksi elementin pituutta, jolloin vaihteeseen liittyvän elementin pituus voi olla lyhyempi.

**4.6. Korkeusviiva**

**Vaatus 1**

Suurin sallittu korkeusviivatason pituuskaltevuus ratalinjalla on 40 ‰.

*Kommentti 1*

Poikkeustilanteessa sallitaan 60 ‰.

**Vaatus 2**

Pituuskaltevuus pysäkin kohdalla < 20 ‰.

*Kommentti 1*

Suositus 5-10 ‰.

**Vaatus 3**

Pituuskaltevuus kääntö- tai seisontaraiteella < 30 ‰.

*Kommentti 1*

Suositus 0 ‰.

**Vaatus 4**

Pyörityssäteen minimi on  
 $S=1000$  m (nopeus 80 km/h)  
 $S=625$  m (nopeus 50 km/h)

*Kommentti 1*

Suosituksset ovat  
 $S=1250$  m (nopeus 80 km/h)  
 $S=1000$  m (nopeus 50 km/h)

*Kommentti 2*

Lupa-arvo on  $S=250$ , joka on kaluston asettama minimiarvo.

**Vaatus 5**

Vaihteiden kohdalla sallittu minimipyörityssäde on  $S=5000$  m.

**Vaatus 6**

Raitiotien ollessa muusta liikenteestä erillisenä väylänä ei pyörityssädettä suositella siirtymäkaaren (ja kallistusviisteen) osuuksille rakentamisen ja raiteen aseman ylläpidon takia.

*Kommentti 1*

Kallistusviisteen matkalla pyörityssäteen tulee olla vähintään  $R \geq 6 * V^3 * n$  (n = kallistusviisteen jyrkkyys), mutta vähintään R=2000 m.

*Kommentti 2*

Sekaliikenneosuuksilla ei suositella kuperaa pyörityssädettä vaakageometrian kaarreosuudella lumen ja jään pakkautumisesta aiheutuvan suistumisvaaran vuoksi.

**Vaatus 7**

Lähtökohtaisesti pyörityssädettä ei sijoiteta laiturialueelle.

*Kommentti 1*

Laiturin kohdalla minimi pyörityssäde on S=3500.

**4.7. Radan mittaus- ja merkitsemisjärjestelmä****Vaatus 1**

Raideleveyden nimellismitta on 1435 mm.

*Kommentti 1*

Raideleveys mitataan 14 mm KSK:n alapuolelta.

**Vaatus 2**

Keskilinja tarkoittaa linjaa, jonka etäisyys raideleveydeltään nimellismittaisessa raiteessa molempien kiskojen kulkureunaan on sama.

**Vaatus 3**

Raiteen korkeusviiva sijaitsee kiskon selässä.

*Kommentti 1*

Kallistetussa raiteessa korkeusviiva määritellään alemman kiskon mukaan.

**Vaatus 4**

Koko järjestelmän yhtenäinen metripaalutus laaditaan KAS2-vaiheen jälkeen.

*Kommentti 1*

Nollapaalu on Pirkankadulla, kaikkien linjojen nollapaalun koordinaatit ovat  
 $x = 6820993.223$   
 $y = 24486347.186$

*Kommentti 2*

Raiteiden numerointi kohdassa 2.3.

*Kommentti 3*

Paalutus erotetaan haarautuessaan seuraavilla tunnuksilla:

- Pirkankatu-Lentävänniemi, tunnus L
- Pirkankatu-Lielähti, tunnus Y
- Sammonaukio-TAYS, tunnus T
- Pirkankatu-Hervantajärvi, tunnus H
- Insinöörinkatu-Varikko, tunnus V
- Koskipuisto-Sorin aukio, tunnus P

## 5. AUKEAN TILAN ULOTTUMA

### 5.1. Yleistä

#### **Vaatus 1**

Rakennetekniset korkeusmitat ilmoitetaan suhteessa raidetasoon. Raidetaso on molempien kiskon kulkupintojen välinen taso.

#### **Vaatus 2**

Aukean tilan ulottuman on turvattava liikkuvan kaluston kulku hyväksyttävällä riskitasolla. Aukean tilan ulottuma on staattisen ja dynaamisen profiilin yhdistelmä.

#### **Vaatus 3**

Staattinen profiili on teoreettinen profiili, joka sisältää liikkuvan kaluston vaunurungon, alaosat ja kattorakenteet. Profiilin toteutus on valmistajakohtainen. Enimmillään staattisen profiilin mitat ovat:

- Vaunun leveys on 2650 mm (ei sisällä kameroita eikä valaisimia)
- Vaunun korkeus on 3600 mm (ilman virroittimen profiilia).

#### *Kommentti 1*

Staattiseen profiiliin tehdään kaarteiden ja raiteen kallistusten kohdalla lisäyksiä, jotka käsitellään alla.

#### **Vaatus 4**

Dynaaminen profiili on staattisen profiilin ja mahdollisen kaarre- ja kallistuslevityksen ulkopuolella. Dynaaminen profiili ottaa huomioon pyörien ja raiteiden dynaamiset liikkeet ja toleranssit sekä liikkeet vaunun ripustuksissa.

#### *Kommentti 1*

Dynaaminen profiili on vaakasuunnassa +250 mm ja pystysuunnassa +150 mm. Vaunun sivuille tulevat kamerat sisältyvät vaakasuunnan mittaan.

#### **Vaatus 5**

Kylttien ja opastimien sijoitusta sekä riittävää näkyvyyttä varten tarvittava alue on arvioitava erikseen.

#### *Kommentti 1*

Suunnittelussa on otettava huomioon muut esteet, jotka liittyvät muun muassa jalankulukuiskiinkin ja -risteyksiin, autoliikenteen fyysiseen kanavointiin, muun liikenteen aiheuttamiin näköesteisiin sekä aitoihin.

### 5.2. Kaarrelevitys

#### **Vaatus 1**

Staattiseen profiiliin tehdään levitys raiteen kaarteiden kohdalla ja suorilla kaarteiden läheisyydessä

#### *Kommentti 1*

Kaarrelevityksen arvo on erilainen sisä- ja ulkokaarteissa. Ne lasketaan seuraavasti:

#### Ulottuma kaarteiden ulkopuolelle

Vaunun ulottuma kaarteiden ulkopuolelle riippuu vaunuosan päädyn muotoilusta. Vaunuosan päädyn ulkopuolelta ulottuman säde kaarteiden ulkopuolelle lasketaan



seuraavalla kaavalla:

$$R_u = \text{NELIÖJUURI}(\sqrt{(\text{NELIÖJUURI}(R^2 - T_v^2/4 - P^2/4) + B/2)^2 + (Y + T_v/2)^2})$$

jossa (katso Kuva 1):

$R_u$  = vaunun korin ulottuman säde kaarteeseen ulkopuolelle kaarteessa  
 $R$  = raiteen keskiviivan säde kaarteessa  
 $T_v$  = vaunuosan telikeskiöiden välimatka tai telikeskiön ja nivelkeskiön välimatka  
 $P$  = telin akseliväli  
 $B$  = vaunun leveys nurkkapisteen kohdalla  
 $Y$  = nurkkapisteen etäisyys telikeskiöstä

#### Uloottuma kaarteeseen sisäpuolelle

Vaunun ulottuma kaarteeseen sisäpuolelle lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$R_s = \text{NELIÖJUURI}(\sqrt{(\text{NELIÖJUURI}(R^2 - T_v^2/4 - P^2/4) - B/2)^2 + Y^2})$$

jossa (katso Kuva 8):

$R_s$  = vaunun korin ulottuman säde kaarteeseen sisäpuolelle kaarteessa  
 $R$  = raiteen keskiviivan säde kaarteessa  
 $T_v$  = vaunuosan telikeskiöiden välimatka tai telikeskiön ja nivelkeskiön välimatka  
 $P$  = telin akseliväli  
 $B$  = vaunun leveys nurkkapisteen kohdalla  
 $Y$  = nurkkapisteen etäisyys telikeskiöstä

#### Vaunun staattinen ulottuma kuljettaessa kaarteeseen ja suoran raiteen välillä

Raitiovaunun staattiset ulottumat kaarteeseen ja suoran raiteen yhtymäkohdassa ilman siirtymäkaarta on esitetty kuvassa 1. Vaunun staattisen ulottuman mittoja tarvitaan radan ja pysäkkilaitureiden sijoittelun suunnittelussa.

Kuvassa 1 on esitetty kolme ulottumamittaa  $u_1$ ,  $u_2$  ja  $u_3$  sekä niiden sijainti vaunun rakenteellisten mittojen perusteella. Vaunun rakennetta kuvaavat mitat on esitetty kuvassa 2. Tässä esitetyt laskukaavat pätevät symmetriselle nivelelle, jossa nivelpiste on yhtä kaukana (mitta es) A- ja C-vaunun päädyistä, jolloin mitan  $u_3$  määrää A-vaunun korin nurkka.

Uloottumat  $u_1$ – $u_3$  voidaan laskea seuraavin laskukaavoin, jotka on esitetty siten kuin laskukaavat kirjoitetaan suomenkieliseen Microsoft Excel -ohjelmaan. Pituusyksikkönä on metri. Tilaaja ei vastaa laskukaavojen virheettömyydestä.

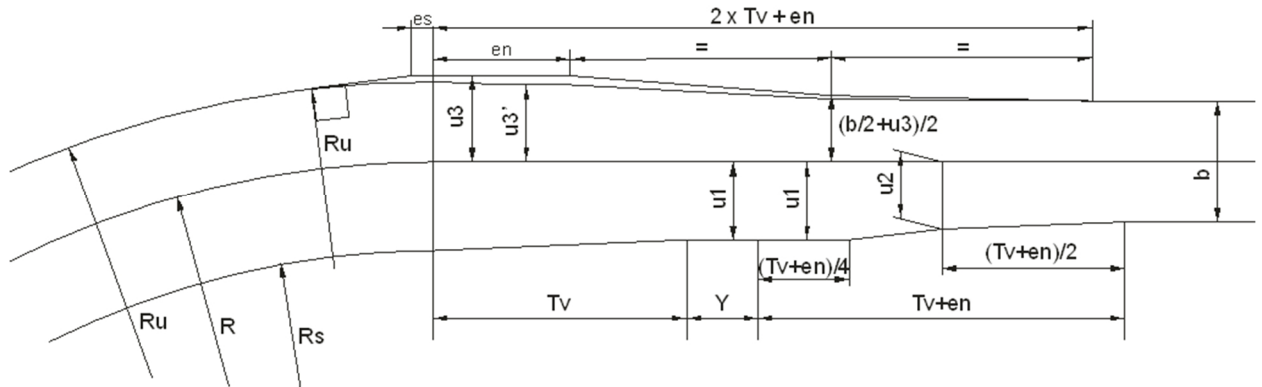
$$u_1 = \text{NELIÖJUURI}(Y^2 + (b/2)^2) * \text{SIN}(\text{ATAN}((b/2)/Y) + \text{ASIN}(\sqrt{(\text{NELIÖJUURI}(R^2 - (T_v/2)^2 + ((T_v/2) + e_n)^2) - R)/T_v}))$$

$$u_2 = (u_1 + b/2)/2$$

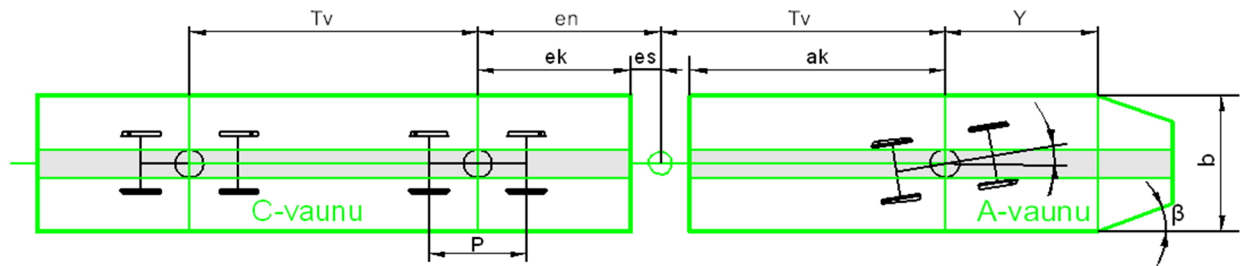
$$u_3 = u_1 + (\sqrt{(\text{NELIÖJUURI}(R^2 - (T_v/2)^2 + ((T_v/2) + e_n)^2) - R)/T_v}) * (a_k - Y)$$

Suunnitteluvaiheen ohjearvot (m) vaunun mitoille:

- $T_v = 7,59$
- $P = 1,8$
- $B = b = 2,65$
- $Y = 3,03$
- $e_n = 2,32$
- $a_k = 7,1$



Kuva 1. Vaunun sallitut ulottumat kaarteen ja suoran raiteen yhtymäkohdassa. Vaunun osien pituuksiin liittyvät merkinnät on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Vaunun osien pituusmittojen merkintä.

*Kommentti 2*

Yllä oleva kaarteen ja suoran raiteen yhtymäkohdassa tapahtuva ATU:n muutos on laskettu ilman siirtymäkaarretta. Ulottumat lasketaan ilman siirtymäkaarta, vaikka rataan tehdään siirtymäkaaret.

**5.3. Kallistuslisä**

**Vaatus 1**

Kallistetuissa kaarteissa on kohteita ja rakenteita radan varteen sijoitettaessa otettava huomioon myös raiteen kallistus taulukon 1 mukaisesti. Kallistuslisä on riippuvainen korkeudesta, mitä korkeammalla raidetasosta ollaan, sitä suurempi se on.

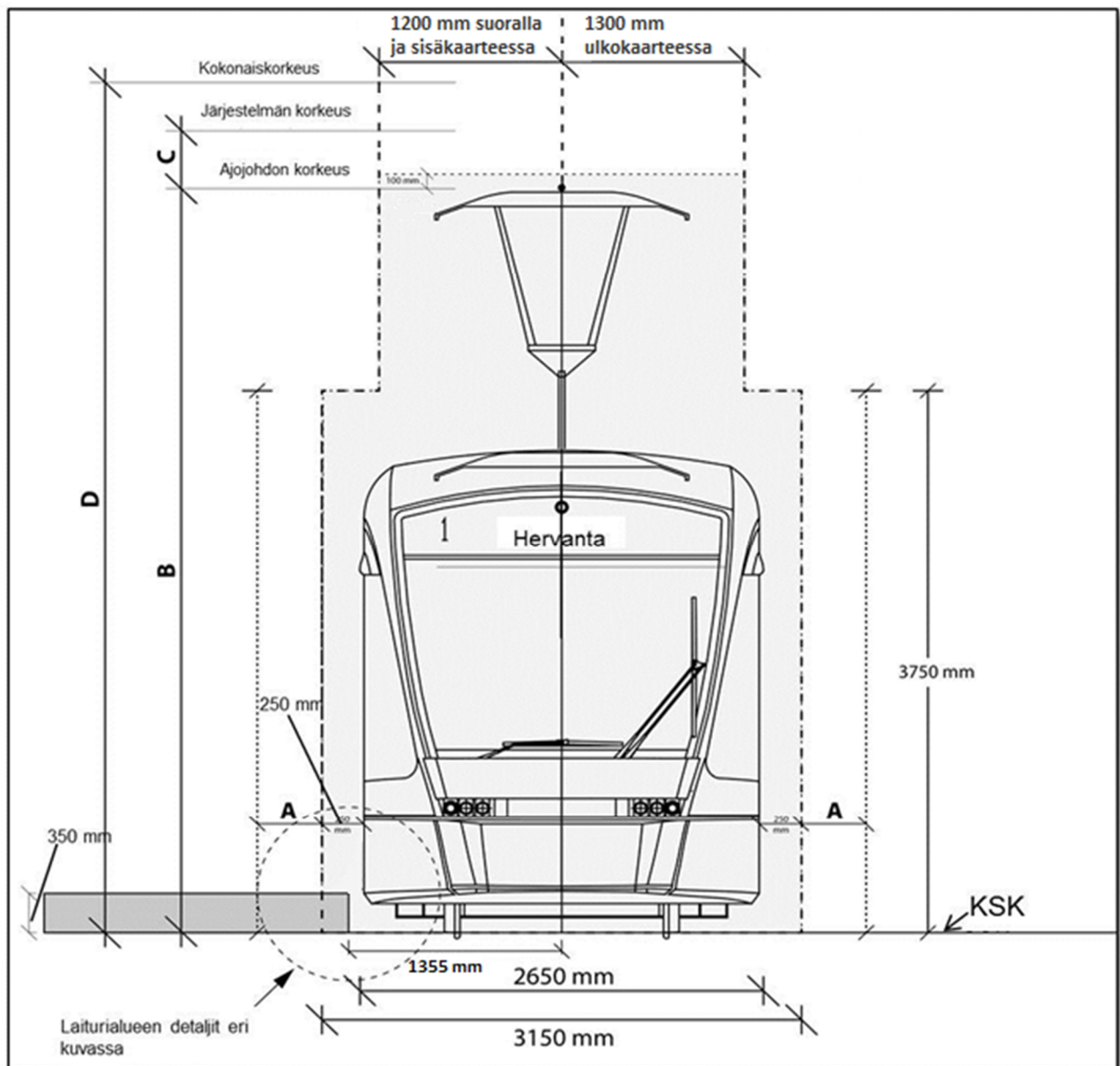
Kallistuslisä eri korkeuksilla ja kallistuksilla lasketaan kaavalla:

$$Kallistuslisä [mm] = \frac{\text{Raiteen kallistus [mm]} * \text{korkeus raidetasosta [mm]}}{1503}$$

Taulukko 1: Kallistuslisä eri korkeuksille raidetasosta suhteessa raiteen kallistukseen

Korkeus raide- tasosta [mm]	Raiteen kallistus [mm]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<b>500</b>	4	7	10	14	17	20	24	27	30	34	37	40	44	47	50
<b>1 000</b>	7	14	20	27	34	40	47	54	60	67	74	80	87	94	100
<b>1 500</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<b>2 000</b>	14	27	40	54	67	80	94	107	120	134	147	160	173	187	200
<b>2 500</b>	17	34	50	67	84	100	117	134	150	167	183	200	217	233	250
<b>3 000</b>	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
<b>3 400</b>	23	46	68	91	114	136	159	181	204	227	249	272	295	317	340
<b>3 500</b>	24	47	70	94	117	140	164	187	210	233	257	280	303	327	350
<b>4 000</b>	27	54	80	107	134	160	187	213	240	267	293	320	346	373	400
<b>4 200</b>	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420
<b>4 500</b>	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
<b>5 000</b>	34	67	100	134	167	200	233	267	300	333	366	400	433	466	500
<b>5 500</b>	37	74	110	147	183	220	257	293	330	366	403	440	476	513	549

#### 5.4. Lisäykset ATUun eri tilanteissa



- A = Vaakasuuntainen turvaetäisyys
- B = Ajojohtimen korkeus
- C = Järjestelmän korkeus, ajojohdinasennus
- D = Kokonaiskorkeus

#### Vaatus 1

Suunnittelussa tulee käyttää taulukon mukaisia suojaetäisyyksiä A radan ATUun. Suositusarvoa tulee pyrkiä käyttämään, jos muut reunaehdot eivät rajoita arvon käyttämistä. Normaaliarvoa käyttämällä päästään kohtuulliseen lopputulokseen ja sitä voidaan käyttää yleisesti, kun suositusarvoon ei päästä.

Ääriarvon käyttäminen edellyttää vahvat perusteet käyttämiselle, tapauskohtaisen riskitarkastelun, tilaajan kirjallisen hyväksynnän ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavissa poikkeuksissa LITU-ryhmän hyväksynnän. Riskitarkastelussa otetaan huomioon mm. vaikutukset liikenneturvallisuuteen, vaunun toimintaan ja kunnossapidettävyyteen. Ääriarvon käyttö dokumentoidaan suunnitteluperusteisiin.

Ympäristö	Suositusarvo	Normaaliarvo	Ääriarvo
Raitiotie ja vastakkaissuuntainen raitiotie		$A \geq 100$	$100 > A \geq 0$
Raitiotie ja ajorata	<b><math>A \geq 750</math></b>	$750 > A \geq 400$	
Pylväät, reunapylväät raiteen reunoilla	<b><math>A \geq 400</math></b>	$400 > A \geq 250$	$250 > A \geq 100$
Pylväät, keskipyväät raiteiden välissä	<b><math>A \geq 250</math></b>	$250 > A \geq 100$	
Siltapilarit, muut pistemäiset kiinteät "liikkumattomat" rakenteet	<b><math>A \geq 800</math></b>	$800 > A \geq 700$	$700 > A \geq 100$
- Pelastustöihin kelpaamattoman tien sivussa - Kiinteät jatkuvat rakenteet, kuten tukimuurit, aidat (korkeus > 500 mm ympäristöstä), kaiteet, ulkonevat seinät > 1,0 metriä, tunnelin seinät (pelastustie).	<b><math>A \geq 800</math></b>	$800 > A \geq 700$	
Jalkakäytävä/pyörätie radan vierellä - ilman aitaa - aidan kanssa (jatkuva este, $h \geq 500$ mm)	<b><math>A \geq 750</math></b> <b><math>A \geq 800</math></b>	$750 > A \geq 400$ $800 > A \geq 700$	$400 > A \geq 250$ $700 > A \geq 100$
Ylityspaikan tai suojatien reunakivi	<b><math>A \geq 700</math></b>	$700 > A \geq 250$	$250 > A \geq 0$
Kaide tai aita lyhyeltä matkalla (alle 9 m). Esim. kaiteen pään taittaminen pysäkillä, lähelle reunakivilinjaa.	$400 > A \geq 250$	$400 > A \geq 250$	
Katualueella / risteävät kadut / raitiotien suuntainen katu Ajojohtimen normaalikorkeus $B = 5\,500$ mm	<b><math>5\,750 \geq B \geq 5\,250</math></b>	$6\,000 > B > 5\,000$	$5\,000 > B \geq 4\,700$
Rata omalla alueella Eli muuta katuliikennettä Ajojohtimen normaalikorkeus $B = 5\,500$ mm	<b><math>5\,750 \geq B \geq 5\,250</math></b>	$6\,000 > B > 4\,700$	$4\,700 > B > 4\,200$
Nykyiset rakenteet raitiotie omalla alueella, ei katuliikennettä (esim. nykyiset sillat)	<b><math>5\,750 \leq B \geq 5\,250</math></b>	$6\,000 > B \geq 4\,200$	

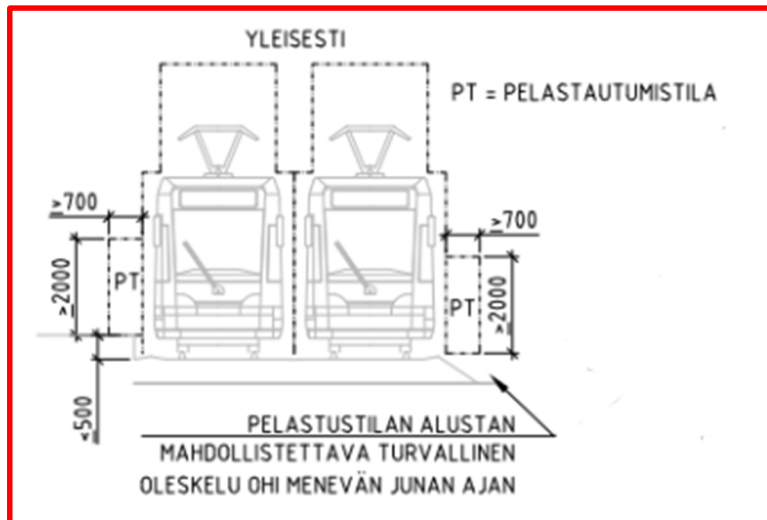
Ratajohtorakenteen korkeusmitat B, C ja D käytetyn rakennetyypin mukaan

### Vaatus 2

Ajojohdinjärjestelmän korkeus C on käytettäessä ajolankaripustusta 500...1600 mm. Tätä matalampiin korkeuksiin on mahdollista päästä käyttämällä kiintoajojohdinta, jonka korkeuden määrittäminen edellyttää tarkempaa suunnittelua. Lähtökohtana kiintoajojohdinten korkeudelle on 200 mm.

### Vaatus 3

Edellä esitetyn taulukon kohdan, "Pelastustöihin kelpaamattoman tien sivussa - Kiinteät rakenteet, kuten tukimuurit, aidat (korkeus > 500 mm ympäristöstä), kaiteet, ulkonevat seinät > 1,0 metriä, tunnelin seinät (pelastustie).", mukaisen vähintään 700 mm leveän pelastautumistilan korkeuden on oltava vähintään 2000 mm.

**Kommentti 1**

Pelastautumistilan tason korkeussuuntainen sijainti siten, että pelastautuminen on mahdollista pelastautumistilaan, tasojen tasoeron ollessa  $\pm \leq 500$  mm.

**Kommentti 2**

Pelastautumistilassa on pystyttävä odottamaan ohimenevä raitiovaunu turvallisesti. Tässä on huomioitava alustan muoto, kaltevuus ja mahdollinen liukkaus.

**Vaatus 4**

Vaunun alareunassa harmaalla alueella ei saa olla muita rakenteita kuin pysäkkien paasikivet

**Kommentti 1**

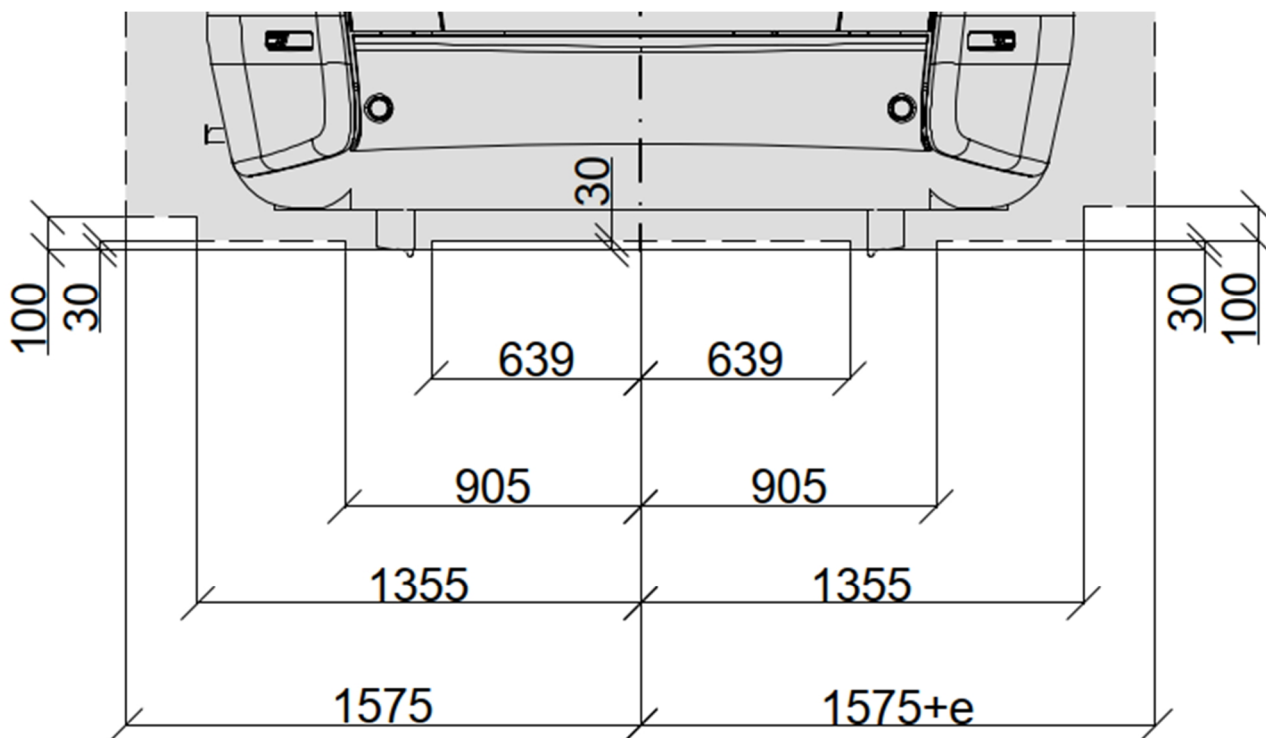
Korkeusmitat ovat rakennettujen pintojen sallittavia etäisyyksiä uusien kulumattomien kiskojen muodostamasta raidetasosta

**Kommentti 2**

ATU:n ulkoreuna sisältäen kaarrelevityksen e on esitetty erillisessä koko raitiotieverkon kattavassa ATU-piirustuksessa

**Kommentti 3**

Raitiotien läheisyydessä tulee kiskon yläpuolella olevat rakenteet pyrkiä minimoimaan riittävien lumitilojen varmistamiseksi



## SUORALLA

## KAARTEESSA

### Vaatus 5

Puiden vähimmäisetäisyys ATU:sta on alla olevan taulukon mukainen.

Ympäristö		Suositus taso	Hyväksyttävä taso
Rakentamattoman alueen kaavoituksessa ja suunnittelussa	Puut yleisesti	$A \geq 3000$	$3000 > A \geq 2000$
	Kapealatvaiset ja pienet puut	$A \geq 2500$	$2500 > A \geq 1500$
Rakennetun alueen kaavoituksessa ja suunnittelussa	Puut yleisesti	$A \geq 2500$	$2500 > A \geq 1800$
	Kapealatvaiset ja pienet puut	$A \geq 2000$	$2000 > A \geq 1500$

### Kommentti 1

Mittoihin lisätään kaarrelevitys ja kallistuslisä.

### Kommentti 2

Puun mittauspiste on puun keskikohta/istutuspaikka.

6. KATUJEN SUUNNITTELU


6.1. Poikkileikkaus

**Vaatus 1**

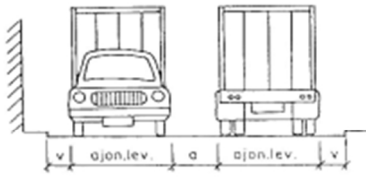
Kadun poikkileikkauksen osalta sovelletaan seuraavia ohjeita

1. Tampereen kaupungin katupoikkileikkausohjetta (31.3.2008).
2. Liikenneviraston Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu-ohjetta (Kevytliikenne)
3. Mikäli kadun poikkileikkaus pitää mitoittaa Tampereen poikkileikkausohjeesta poikkeavalla tavalla, tulee mitoitus tehdä Tampereen Katusuunnitelmien ja Rakennussuunnitelmien laatimisohteen (Versio 1.1, vuosi 2003) mukaisesti (taulukko 4.7, s.41 ).

Nopeusrajoitus [km/h]	80		70		60		50		40		30		Matelu- vauhti
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Ajotapa													
u	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
v auto	0,9	0,55	0,7	0,4	0,55	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
v pyöräilijä	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
reunatuen kohdalla	0,35	0,2	0,35	0,2	0,35	0,2	0,35	0,2	0,35	0,2	0,35	0,2	0,2
a henkilöautojen sekä henkilö- auton ja kuor- ma-auton välillä	1,15	0,8	1,0	0,7	0,85	0,6	0,7	0,5	0,55	0,4	0,35	0,35	0,35
toinen ajoneu- vo pysähtynyt	1,05	0,7	0,9	0,6	0,75	0,5	0,6	0,4	0,45	0,3	0,25	0,25	0,25
a kuorma-autojen sekä pyöräili- jöiden ja auto- jen välillä	1,5	1,3	1,35	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,4
toinen ajoneu- vo pysähtynyt	1,3	1,1	1,15	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4



Kahtaaminen pysähtyneen linja-auton kohdalla



Kahden ajoneuvon kahtaaminen tai ohittaminen

**Esimerkki:**

- Nopeus 60 km/h
- Hyvä laatutaso eli ajotapa A
- Kaksi kaistaa
- Ei pyöräilijöitä
- Mitoitustilanne Ka + Ka (A)

⇒ Ajoneuvon leveys = 2,60 m  
v = 0,55 m  
a = 1,2 m

} 0,55 + 2,6 + 1,2 + 2,6 + 0,55 = 7,50 m

Taulukko 4.7. Liikennetilän perusarvot ja esimerkki niiden käytöstä. /11,13,31/

**Kommentti 1**

JKPP minimalikulkukorkeus on 3,2 metriä (suunniteltu >3,4 metriä)  
Kohtaan 12.1



*Kommentti 2*

Raitiotien yleissuunnitelman tarkastuksen mukaiset poikkileikkaukset tulee huomioida suunnittelussa

**6.2. Liittymien suunnittelu****Vaatus 1**

Katujen välisten liittymien kaarresäteet mitoitetaan mitoitusajoneuvojen mukaan. Tonttiliittymät katsottava erikseen tapauskohtaisesti. Suunnitelmissa on myös huomioitava bussin perän takaylitys, joka on telibussilla 1,5 m.

**Vaatus 2**

Liittymissä tulee noudattaa Liikenne- ja viestintäministeriön asetusta näkemäalueista.

**Vaatus 3**

Liittymissä sovelletaan seuraavia ohjeita:

1. Tampereen kaupunki - *suojatiesaarekkeiden tyyppikuva (23.5.2017) 1/20034/1 ja 2, korvataan toteutussuunnitelman katukohtaisilla suojatieylitysten detaljikuvilla.*
2. Väyläviraston Tasoliittymät- ohje
3. Väyläviraston Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnitteluohje
4. Väyläviraston Liikennevalosuunnitteluohje LIVASU 2016
5. Väyläviraston Tiemerkinät- ohje

*Kommentti 1*

Raitiovaunun vaatimat kaarrelevitykset huomioitava katusuunnittelussa. Ks kohta 5.2

**Vaatus 4**

Raitiotien ja autoliikenteen risteämäkohtien jälkeen tulee raitiovaunun jarrutusmatkan etäisyydellä risteämäkohdasta kiinteät esteet sijoittaa vähintään 2,85 m etäisyydelle raiteen keskilinjasta kiilautumisriskin pienentämiseksi

**6.3. Vaaka- ja pystygeometriat****Vaatus 1**

Sekaliikennekadulla pystygeometrian määrittää raitiotie.

**Vaatus 2**

Kadun vaaka ja pystygeometrian osalta sovelletaan seuraavia ohjeita

1. SuRaKu -ohje
2. Väyläviraston Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu-ohjetta
3. Tampereen kaupungin Katusuunnitelmien ja Rakennussuunnitelmien laatimisohejen (Versio 1.1, vuosi 2003) mukaisesti (taulukot 4.12.,4.13.,4.14.,4.15 s.41 ).

Yksipuolinen kaarrekallistus $q = 4 \%$					
Kaarresäteen minimiarvo $R_{min}$					
Mitoitusnopeus (km/h)	Hyvä (m)	Tyydyttävä (m)	Välttävä (m)	Liittymässä (m)	Ohjearvot (m)
30	50	40	30	75	50 ... 100
40	80	65	50	150	90 ... 200
50	150	120	90	200	150 ... 300
60	240	180	140	350	250 ... 500
70	350	275	200	500	350 ... 700
80	500	400	280	750	500 ... 1000

Taulukko 4.12. Vaakatason kaarresäteen minimi- ja ohjearvot yksipuolisessa kaarrekallistuksessa. /3,32/

Harjakalteva, ei kaarrekallistusta $q_0 = q_v = 3 \%$		
Mitoitusnopeus (km/h)	Kaarresäteen minimiarvo $R_{min}$ (m)	Poikkeuksellinen minimiarvo (m)
30	100	50
40	200	100
50	400	200
60	600	320
70	900	550
80	1300	650

Taulukko 4.13. Vaakatason kaarresäteen minimiarvot harjakaltevassa kaarteessa. /3,32/

Mitoitusnopeus km/h	Pituuskaltevuus $i - \%$		
	$h \leq 2 \text{ m}$	$h > 2 \text{ m}$	Liittymässä
30	12	10	6
40	10	8	5
50	8	7	4
60	7	7	4
70	6	6	3
80	6	6	3

**HUOM!**  
Jalankulku- ja pyöriteillä suositeltava pituuskaltevuus on enintään 5 %.  
8 % ylittäviä arvoja ei tulisi käyttää lainkaan.

Taulukko 4.14. Suositeltavat ajoradan pituuskaltevuuden enimmäisarvot eri korkeuseroilla. /12/

	Mitoitusnopeus (km/h)	30	40	50	60	70	80	90
Kuperan pyörityssäteiden vähimmäisarvot, valaistunut katu, $S_{min}$ (m)	Hyvä	200	350	800	1500	2500	3800	6100
	Tyydyttävä	100	250	600	1200	2000	3200	5200
	Välttävä	60	150	450	900	1600	2600	4300
Kuperan pyörityssäteiden vähimmäisarvot, valaistamaton katu, $S_{min}$ (m)	Hyvä	200	450	1200	2200	3700	5800	9300
	Tyydyttävä	150	350	950	1750	3000	4800	7900
	Välttävä	90	230	700	1350	2400	3900	6500
Koveran pyörityssäteiden vähimmäisarvot, valaistunut katu, $S_{min}$ (m)	Hyvä	200	350	550	750	1000	1250	1400
	Tyydyttävä	100	180	300	500	700	900	1250
	Välttävä	60	100	180	250	350	450	600
Koveran pyörityssäteiden vähimmäisarvot, valaistamaton katu, $S_{min}$ (m)	Hyvä	300	550	1100	1600	2200	2900	3700
	Tyydyttävä	230	450	900	1400	2000	2600	3400
	Välttävä	150	320	750	1200	1700	2300	3000

Taulukko 4.15. Pyörityssäteiden vähimmäisarvot taajamassa linjaosuuksilla kuperassa ja koverassa taitteessa. /41/

## 6.4. Esteettömyys ja suojatiet

### Vaatus 1

Risteysalueet suunnitellaan toteutussuunnitelman katukohtaisilla suojatie- ja raitiotieylitysten detaljikuvilla.

*Kommentti 1*

Suojatiet ja keskisaarekkeiden mitoitus Tampereen kaupungin 18.6.2019 päivättyjen suojatietyyppiirustusten 1/20670/1-4 mukaan

## 6.5. Reunatuot

### **Vaatus 1**

Reunatukena käytetään luonnonkiveä.  
Vanhat reunatuot uudelleenkäytetään mahdollisuuksien mukaan.

### **Vaatus 2**

Käytetään kotimaisia luonnonreunakiviä (Kurun harmaa graniitti).  
Pintakäsittelyvaihtoehdot: sahattu, poltettu, ristipäähakattu, lohottu.

### **Vaatus 3**

Keskusta-alueella käytetään 30 cm leveitä reunatukia, muualla 17 tai 20 cm leveitä.  
Reunatukien leveydet sovitaan katukohtaisesti. Korkeus ja pituus määriteltävä tapauskohtaisesti.

### **Vaatus 4**

Reunatukien näkymät →  
Pyörätie = 0 cm tai ei reunatukea  
Yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie = 0 cm  
Jalkakäytävä = 3 cm  
Tonttiliittymä = 3 cm  
Ajoinata = 8...12 cm  
Bussipysäkin odotustilan kohdalla 16...20 cm mahdollinen (ajoinata- tai niemekepysäkki), jos bussi voi ajaa pysäkillä reunakiveyksen suuntaisesti ilman etu- ja takaylityksiä (PLL:n infrakortin nro 1 mukainen esteetön pysäkki)

*Kommentti 1*

Risteysalueet rakennetaan toteutussuunnitelman katukohtaisilla suojatie- ja raitiotieylitysten detaljikuvilla. Detaljikuvissa on esitetty reunatukien näkymät liittymäkohtaisesti.

### **Vaatus 5**

Kun  $R \leq 12$ , käytetään kaarevia reunatukia. Kun  $R > 12$  rakennetaan reunatuki suorista tasamittaisista kivistä.

## 7. RAITIOTIEN PYSÄKIT JA NIIDEN VARUSTELU

### 7.1. Pysäkit ja laiturit

#### **Vaatus 1**

Laiturit sijoitetaan liitteenä olevassa raiteistokaaviossa esitettyihin paikkoihin.

#### **Vaatus 2**

Matkustajille tarkoitettun laiturin pituus on 47 m.

*Kommentti 1*

Luiskien pituuskaltevuuden tavoite on 5 %, maksimi 8 %.

**Vaatus 3**

Pysäkkien kohdalla ei sallita raiteen vaakageometrian kaarretta. Kaarteen etäisyys laiturin päätepisteestä tulisi olla vähintään 30 m. Jos kaarteen ja laiturin pään etäisyys jää pienemmäksi, tulee tarkastella mahdolliset muutostarpeet laiturin paasikiviin laiturin päässä, ettei vaunu törmää laituriin kaarteen vaikutuksesta.

*Kommentti 1*

Vaatus 30 m suorista pysäkkien päässä koskee 47 m pitkää vaunua. 37 m pitkällä vaunulla riittää pysäkin päässä 20 m mittainen suora.

**Vaatus 4**

Pysäkkikorokkeen korkeus kiskon selästä on 350 mm.

**Vaatus 5**

Reunalaituripysäkin leveys on 3,5 m.

*Kommentti 1*

Nouseville matkustajille pysäkillä varatun tilan tavoitearvo on 1 m<sup>2</sup> / matkustaja ja pienin hyväksyttävä arvo 0,75 m<sup>2</sup> / matkustaja. Tavoitetaso ei ole sitova, mutta siihen on pyrittävä palvelutasoluokituksen kautta.

**Vaatus 6**

Välilaituripysäkin minimileveys on 5,0 m

**Vaatus 7**

Linja-auton ja raitiovaunun yhteiskäyttöpysäkin välilaiturin minimileveys on 3,5 m.

**Vaatus 8**

Välilaiturit suunnitellaan keskelle viettäviksi. Reunalaiturit suunnitellaan viettäviksi raiteesta pois päin.

*Kommentti 1*

Sivukaltevuus on enintään 2,0 %.

*Kommentti 2*

Raiteen sivukaltevuutta ei sallita pysäkin kohdalla.

**Vaatus 9**

Laiturin reunan ja vaunun oven kynnyksen nimellinen etäisyys on vaakasuunnassa vaunun yksilehtisillä ovilla 60 mm ja kaksilehtisillä ovilla 40 mm. Laiturin reunan etäisyys raiteen keskilinjasta on 1355 mm. Laiturin reunan ja vaunun oven kynnyksen etäisyys korkeussuunnassa on 0 mm.

*Kommentti 1*

Käytön aikainen toleranssi on korkeussuunnassa ± 30 mm.

**Vaatus 10**

Laiturien esteettömyys ja varoitusalueet suunnitellaan Tampereen raitiotien suunnitteluohjeen mukaisesti ja raitiotien ylityspaikat Tampereen kaupungin 18.6.2019 päivättyjen suojatietyyppiirustusten 1/20670/1-4 mukaan.

*Kommentti 1*

Kaikille raitiotiepysäkkien laitureille suunnitellaan näkövammaisten huomioraidat näiden ohjeiden mukaisesti.

*Kommentti 2*

Jokaisesta raitiotiepysäkin laiturista tehdään pysäkkiladontakuva, johon merkitään

näkövammaisten huomioraidat.

## 7.2. Ylityspaikat ja kulkuyhteydet

### **Vaatus 1**

Kulkuyhteyksien tulee olla esteettömät.

### **Vaatus 2**

Ylityspaikka tulee lähtökohtaisesti erottaa sekä eri pintamateriaalilla (tuntoaisti) että visuaalisesti (vrt. Säker Spårväg -julkaisu, s.91).

#### *Kommentti 1*

Minimilaatutason ylityspaikassa käytetään jompaakumpaa erottelutapaa.

### **Vaatus 3**

Raitiovaunun kuljettajan ja ylityspaikan käyttäjän väliin ei tule sijoittaa näkemäestettä, jonka leveys on yli 0,1 metriä.

#### *Kommentti 1*

Näkemäeste voi olla esimerkiksi masto, pylväk tai puu.

#### *Kommentti 2*

Liikennemerkkien ja pysäkkiopasteiden sijoitus riittävän ylös tulee varmistaa. Kuljettajan pää on noin 1,5 - 2 metrin korkeudessa.

### **Vaatus 4**

Korkeammilla nopeustasoilla ja linjaosuuksilla, joissa ylityspaikka ei ole risteysalueella, jalankulkijoiden ylityspaikkojen tulee mahdollisuuksien mukaan olla Z-muotoisia siten, että jalankulkijan katse kääntyy molempiin vaunun tulosuuntiin.

#### *Kommentti 1*

Z-ylityspaikka varustetaan suoran kulun estämiseksi portein ja mahdollisesti pollarein.

### **Vaatus 5**

Pyöräilijöiden ylityspaikoilla raiteiden ylityksen tulee olla mahdollisimman kohtisuora.

#### *Kommentti 1*

Liikenneturvallisuuden kannalta hyvässä ratkaisussa raiteiden ylitystä edellyttää merkittävä sivusiirtymä, jossa pyöräilijän katse kääntyy raitiovaunun tulosuuntaan.

#### *Kommentti 2*

Ajoradan ja raiteiden ylitys samassa suorassa linjassa vaatii ainakin korkeammilla nopeustasoilla liikennevalo-ohjauksen.

## 7.3. Katokset

### **Vaatus 1**

Laitureille asennetaan mainosrahoitteiset katokset.

#### *Kommentti 1*

Kaupunkikuvalliset vaatimukset otetaan suunnittelussa huomioon.

#### *Kommentti 2*

Pysäkkikatoksien tunnistettavuus otetaan huomioon suunnittelussa.

*Kommentti 3*

Pysäkkikatoksissa voidaan käyttää kaupunginosittain muuttuvia elementtejä. Pysäkkikatoksien ulkoasussa käytetään kolmea laatuluokkaa: erinomainen, hyvä ja perustaso.

**7.4. Varusteet****Vaatus 1**

Päätepysäkit varustetaan kuljettajien WC-tiloilla.

**Vaatus 2**

Varusteet tulevat pysäkkitoimittajalta.

*Kommentti 1*

Minimissään penkki, roskakori, aikataulukapa (1200 mm x 800 mm), linjakilpiteline, tila tekniikkakeskukselle ja mahdollisuus asentaa infojärjestelmän näyttö.

**7.5. Staattiset matkustajaopasteet****Vaatus 1**

Matkustajille tarkoitetut alueet ja reitit on suunniteltava TAS-vaiheessa.

*Kommentti 1*

Tarvitaan vähintään raitiovaunu-liikennemerkki, linjatunnus, paperiset ja sähköiset aikataulut.

**7.6. Valvontajärjestelmä****Vaatus 1**

Alueet varustetaan tarkoituksenmukaisella kameravalvontajärjestelmällä.

**Vaatus 2**

Alueet varustetaan tarkoituksenmukaisella kuulutusjärjestelmällä.

## 8. RAITIOTIEN PÄÄLLYSRAKENNE JA KATUJEN PÄÄLLYSTYS

### 8.1. Raitiotien päällysrakenne yleistä

#### **Vaatus 1**

Katujen päällysrakenteet määritetään katuluokittain InfraRYLlin mukaan: InfraRYL 2020/1, 1.7.2020 liitteet T2, 3...9

#### **Vaatus 2**

Raitiotien kisko pitää sähköisesti eristää päällysrakenteesta ja maaperästä.

### 8.2. Pääraiteet

#### **Vaatus 1**

Suurin sallittu akselipaino on 120 kN.

#### **Vaatus 2**

Raitiotien kulkutieraiteet ovat jatkuvaksi hitsattuja raiteita.

#### **Vaatus 3**

Urakiskoprofiilina käytetään 60R2

Vignole-kiskoprofiilina käytetään 49E1.

#### **Vaatus 4**

Kiskokiinnityksenä käytetään Vossloh Ski-kiinnitystä tai jatkuvasti tuettua kiskokiinnitystä.

#### *Kommentti 1*

Kiskonkiinnityksen läpivetoastus on vähintään 10 kN.

#### **Vaatus 5**

Kiskon välilevyn ominaisuudet määritellään siten, että kiskon joustavuus ja tärinä on yhdenmukainen riippumatta rakenteesta.

### 8.3. Vaihteet

#### **Vaatus 1**

Käytettävät vaihteet

- R50 1:6 (nopeus 20 km/h poikkeavalle raiteelle)
- R50 1:3,25 (nopeus 20 km/h poikkeavalle raiteelle)
- R25 1:4 (nopeus 15km/h poikkeavalle raiteelle)
- R25 1:2,18 (vignol-vaihde, nopeus 15km/h poikkeavalle raiteelle)
- R25 1:2,28 (urakisko-vaihde, nopeus 15km/h poikkeavalle raiteelle)

#### *Kommentti 1*

Käytetään vain yksinkertaisia vaihteita; oikean- ja vasemmanpuoleisia.

#### *Kommentti 2*

Varikolla samansuuntaisten vaihteiden välillä ei tarvitse olla välisuoraa.

#### *Kommentti 3*

Ulkona oleviin vaihteisiin asennetaan lumensulatuslaitteet.

*Kommentti 4*

Vaihdetta R100 1:7 (nopeus 30 km/h poikkeavalle raiteelle) voidaan käyttää, jos se on liikennöinnin kannalta tarkoituksenmukaista.

*Kommentti 5*

Kääntölaitetyypin asettamat rajoitteet vaihdenopeuksiin

- Mekaanisesti lukitun vaihteen saa ylittää suoraan linjanopeudella ja vaihteen poikkeavaan vaihteen rakenteen sallimalla nopeudella.
- Lukitsemattoman vastavaihteen saa ylittää nopeudella 15km/h.
- Lukitsemattoman myötävaihteen saa ylittää (tarvittaessa ajaa auki) 25 km/h nopeudella.

**Vaatus 2**

Raideristeysten on oltava syväuraisia.

*Kommentti 1*

Kiskojen kulkureunojen risteyskulman suositus on < 25 gon. Maksimissaan 31 gon.

*Kommentti 2*

Risteävillä raiteilla, jos toisen raiteen R=50 pitää risteuksen toisen raiteen olla suora. Jos R=80 voi toinen raide olla R=150.

**Vaatus 3**

Vaihteet eivät saa sijaita sekaliikennekaistalla.

*Kommentti 1*

Tarvittaessa voidaan käyttää eteenvedettyä kielisovitusta.

**Vaatus 4**

Raiteenvaihtopaikkojen vaihteet ovat normaaliin liikennöintisuuntaan nähden myötävaihteita.

**8.4. Sepeliraide****Vaatus 1**

Sepeliraiteella käytetään pölkkyä, jonka pituus on 2200 mm ja korkeus 200 mm.

**Vaatus 2**

Tukikerros paksuus on minimissään 500 mm ja pölkyn alapinnasta minimissään 300 mm. Tukikerroksen reunoille pölkyn päihin tehdään 400 mm leveä palle.

**Vaatus 3**

Tukikerrosmaalina käytetään raidesepeleä, jonka iskunkestävyysluokka on LARB 12 standardin SFS- EN 13450 mukaan.

**Vaatus 4**

Pölkkyväli on suoralla 750 mm ja R < 400 m kaarteessa 610 mm.

*Kommentti 1*

Siirtymärakenteessa (sepeli → kiintoraide) pölkkyväliä voidaan tihentää 400 mm saakka.

**Vaatus 5**

Ratapölkkyjen hankinnassa ja suunnittelussa tulee huomioida sähkötekniikan järjestelmien vaatimien kaapelien läpivienti sekä pölkkyjen sijainti ja määrä.



## 8.5. Kiintoraide

### **Vaatus 1**

Raitiotiellä käytetään kiintoraidetta raiteen perustamistapana vähintään seuraavissa kohteissa:

- Risteysalueet, jossa raitiotie risteää muun liikenteen kanssa samassa tasossa
- Sekaliikennekaistat

#### *Kommentti 1*

Erikseen määriteltävissä kohteissa voidaan käyttää tasoristeuselementtejä.

### **Vaatus 2**

Kiintoraidelaatan maksimipituus on 30 m, ja laattojen välissä käytetään liikuntasauvoja.

#### *Kommentti 1*

Liikuntasauvoissa käytetään pystysuunnan ja raiteen poikkisuunnan voimat välittäviä tappeja. Raiteen pituussuuntaan liike on vapaa.

### **Vaatus 3**

Kiintoraidelaatan yläpuoliset rakennekerrokset mitoitetaan katuluokan ja päällä kulkevan liikenteen perusteella.

#### *Kommentti 1*

Sekaliikennekaistalla kadun päällystekerrosten vähimmäispaksuus on 80 mm.

#### *Kommentti 2*

Valukerros, jolla kiskon eristävä kumi kiinnitetään laattaan, pitää ulottua vähintään korkeudelle KSK - 100 mm.

### **Vaatus 4**

Nurmiraiteella kasvualustan paksuuden tulee olla vähintään 200 mm.

#### *Kommentti 1*

Kuivatus hoidetaan laatan pituus- ja poikkikaltevuuden avulla. Laatta kallistetaan 1 % poikkikaltevuudella silloin, kun pituuskaltevuutta on alle 1%. Muulloin laatan pinta on suora.

### **Vaatus 5**

Sekaliikennekaistalla kiintoraidelaatta on yhtenäinen molempien raiteiden leveydellä.

#### *Kommentti 1*

Raidevälin kasvaessa voidaan tehdä erilliset laatat.

### **Vaatus 6**

Kiintoraidelaatat suunnitellaan eurokoodien ja Liikenneviraston julkaisemien eurokoodien soveltamisohjeiden mukaisesti.

#### *Kommentti 1*

Raitioliikenteen akselipaino on 120 kN ja sysäyskerroin on 1,5.

#### *Kommentti 2*

Sekaliikennekaistoilla ajoneuvokuormat ovat Liikenneviraston soveltamisohjeen NCC11 mukaiset kuormakaaviot LM1, LM2 ja LM3.

**Vaatus 7**

Kiintoraidelaatan käyttöikävaatus on 50 vuotta.

**Vaatus 8**

Pysäkeillä kiintoraidelaatan on ulotuttava laiturin reunuskiven ulkoreunan kohdalle siten, että kivi voidaan kiinnittää laattaan.

## 9. ALUSRAKENNE

### 9.1. Raitiotien alusrakenne

#### **Vaatus 1**

Alusrakenne suunnitellaan 120 kN:n suurimmalle sallitulle akselipainolle.

#### **Vaatus 2**

Uusien avorataosuuksien rakennepaksuuden määrittämisessä käytettävä mitoituspakkasmäärä on  $F_{20}$ .

#### *Kommentti 1*

Mitoituspakkasmäärällä  $F_{50}$  rakennekerrospaksuus soralla on 2.1 m, (routimaton rakenne). Mitoituspakkasmäärällä  $F_{20}$  vastaava rakennepaksuus on 1,95 m ja  $F_{10}$  vastaava 1,85 m.

#### *Kommentti 2*

Varikon raiteistolla käytetään routivalla pohjamaalla perustasoa ( $F_{10}$ ) vastaavaa kerrospaksuutta.

#### *Kommentti 3*

Rakennekerros materiaalin ollessa murskettua paksunnetaan rakennekerroksia 15 %.

#### *Kommentti 4*

Rakennekerrospaksuuden määrittämisessä otettava huomioon pohjamaan routivuus.

#### *Kommentti 5*

Mikäli avorataosuudella pohjamaa todetaan tutkimuksilla routimattomaksi, voidaan käyttää rakennekerrospaksuutta 1,15 m.

#### **Vaatus 3**

Vaihde-, laituralueilla ja kiintoraideosuuksilla rakennepaksuus mitoitetaan pakkasmäärän  $F_{50}$  mukaan.

#### *Kommentti 1*

Katuosuuksilla voidaan käyttää routalevyjä riittävän routasuojauksen saavuttamiseksi.

#### *Kommentti 2*

Routalevyjä käytettäessä mitoitusperuste on rakennekerrospaksuutta 2,10 m vastaava rakenne.

#### **Vaatus 4**

Siirtymärakenteet eri kerrospaksuuden välillä tehdään kaltevuuteen 1:5. Risteysalueilla routasuojatun raitiotierakenteen ja katurakenteen väliin tehdään siirtymäkiila. Mitoituksessa tulee ottaa huomioon asfalttipäällysteen routanousujen kestävyys.

#### *Kommentti 1*

Kiintoraiteen ja avorataosuuden saumakohtaan tulee tehdä erillinen siirtymärakenne, jonka avulla dynaaminen jousto eri puolilla rakennetta saadaan saman suuruiseksi.

#### **Vaatus 5**

Avorataosuudella alusrakenteen reunan etäisyys raiteen keskijonasta on 2,7 m suoralla osuudella.

**Vaatus 6**

Avorataosuudella tukikerroksen alapinnasta vaadittu kantavuus E2 tulee olla vähintään 120 MPa.

**Vaatus 7**

Avorataosuudella raiteen pengerpohja tehdään kaltevuuteen 1:20...1:40.

*Kommentti 1*

Mikäli leikkauspohjan maa-aines on vettä läpäisevää, niin leikkauspohja voi olla myös tasainen.

**Vaatus 8**

Routalevyjä ei lähtökohtaisesti käytetä routasuojauksena, kun rata on omalla väylällä.

**Vaatus 9**

Kiintoraideosuuksilla raitiotien routasuojauksessa voidaan käyttää routalevyjä, jotka ovat Liikenneviraston 27.2.2002 julkaiseman "XPS-routalevyjen tekniset toimitusehdot" mukaisia.

*Kommentti 1*

Routasuojaukset suunnitellaan RATO 3 kohdan 3.7.5 mukaisesti.

**Vaatus 10**

Kiintoraiteen osuudella raitiotielle suunnitellaan routasuojaus, jos routivan pohjamaan osuuksilla kadun routimattomien rakennekerrosten paksuus on pienempi kuin 2,1 m.

*Kommentti 1*

Routasuojauksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon kadun kunnossapito- ja routimishistoria.

*Kommentti 2*

Routalevyn alla tulee olla vähintään 300 mm kerros routimatonta materiaalia. Tarvittaessa tehdään alusrakenteen massanvaihto routalevyjen alle.

*Kommentti 3*

Routalevytyksen siirtymärakenteet raiteen suunnassa tehdään portaittain käyttäen vähintään 5 routalevyä kutakin routalevypaksuutta.

*Kommentti 4*

Routalevypaksuutta 40 mm käytetään vain siirtymärakenteissa.

*Kommentti 5*

Vanhat, katurakenteissa mahdollisesti olevat routalevyt poistetaan, mikäli niiden kunto ja sijainti ei mahdollista hyödyntämistä rakenteessa.

**Vaatus 11**

Kiintoraiteen betonilaatan alla alusrakenteen kantavuus tulee olla  $E_2=80$  MPa.

*Kommentti 1*

Maapohjaan tai rakennekerrokseen mahdollisesti tarvittava vahvistamistapa suunnitellaan tapauskohtaisesti, jotta päästään vaadittuun kantavuuteen.

**Vaatus 12**

Alusrakenteissa käytettävän kalliomurskeen tai kivennäismaalajien vaatimuksena käytetään InfraRYL:n ohjeistusta sekä hankkeelle tehtävän alusrakenneohjeen vaatimuksia.

*Kommentti 1*

Alusrakenteissa käytettävän kalliomurskeen lujuusvaatimus Los Angeles -Testillä mitattuna tulee olla vähintään LA<sub>30</sub>.

*Kommentti 2*

Alusrakenteissa käytettävän kalliomurskeen rakeisuusvaatimus on esitetty hankkeen alusrakenneohjeessa.

**Vaatus 13**

Kallioleikkauksissa ja muualla kallioalueilla alusrakenteen paksuus määritellään ottaen huomioon kuivatusolosuhteet. Perusratkaisussa alusrakennepaksuutena käytetään 350 mm.

**9.2. Katujen alusrakenne****Vaatus 1**

Kaduilla kantavan kerroksen kantavuusvaatimus on  $E_2=130$  MPa tai  $E_2=150$  MPa kadusta ja katuluokasta riippuen. Kevyen liikenteen väylillä vaatimus on  $E_2=120$  MPa.

*Kommentti 1*

Katualueella raitiotieallianssi rakentaa vähintään nykyistä vastaavat rakennekerrokset, kuitenkin suunnitellun kerrospaksuuden mukaan.

*Kommentti 2*

Kantavuuden tulee täytyä. Mikäli kantavuus ei täyty, tehdään poikkeamaraportti.

**10. POHJARAKENTEET****10.1. Stabiliateetti****Vaatus 1**

Raitiotien alus- ja pohjarakenteiden suunnittelussa sovellettavien määräysten ja ohjeiden pätemisjärjestys on seuraava:

- Eurokoodit kansallisine liitteineen
- Hankkeen suunnitteluperusteet
- Liikenneviraston Eurokoodin soveltamisohjeet, Geotekninen suunnittelu NCCI7
- Muut soveltuvat ohjeet

**Vaatus 2**

Raitiotiepenkereen stabiliateetti tulee tarkastaa laskelmin. Stabiliateetilaskennat tehdään EN 1997-1 ja sen kansallisen liitteen NCCI7 ohjeita noudattaen sekä ottaen huomioon RATO 3:n ohjeet.

*Kommentti 1*

Vaihtoehtoisesti stabiliateetilaskenta voidaan tehdä kokonaisvarmuusmenetelmällä.

*Kommentti 2*

Stabiliateetin laskennassa käytettävä kokonaisvarmuusluku  $F$  on 1,5 raitiovaunukuormalla. Kokonaisvarmuusluku  $F$  on 1,8 ilman raitiovaunukuormaa, jos penkereen läheisyydessä on siirtymille herkkiä rakenteita.

*Kommentti 3*

Siirtymille herkkien rakenteiden kohdalla stabiliteetti tarkastetaan kummallekin mitoituslaitteelle.

*Kommentti 4*

Siltojen taustapenkereiden kokonaisvarmuusluvun silta-aukkoon päin tulee olla vähintään 1.8.

**Vaatus 3**

Raitiotien stabiliteettilaskennassa liikennekuormana (ominaiskuorma) käytetään nauhakuormaa 55 kN/m (25 kN/m<sup>2</sup>), jota vastaava suurin sallittu akselipaino on noin 120 kN, ja pölkyn pituus 2200 mm. (kunnossapitokalustoa kuvaavan kuormakaavion akselipaino on 170 kN)

**Vaatus 4**

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon raitiotien vaikutusalueella olevien väylien, rakennusten ja muiden rakenteiden stabiliteetti.

**Vaatus 5**

Syvästabiloinnin suunnittelu tehdään ottaen huomioon RATO 3 kohdan 3.7.1.2 sekä Liikenneviraston ohjeen 11/2010, Syvästabiloinnin suunnittelu.

**Vaatus 6**

Esikuormitusvaiheessa penkereen vaadittu kokonaisvarmuusluku on  $F > 1,3$ . Siirtymäherkkien rakenteiden läheisyydessä kokonaisvarmuustaso on määriteltävä kohdekohtaisesti.

**Vaatus 7**

Työnaikaisten leikkausluiskien kokonaisvarmuusluku on  $F > 1,3$ . Varmuusluvun määrittelyssä tulee ottaa huomioon vaikutusalueella olevat rakenteet ja niiden herkyys siirtymille.

**Vaatus 8**

Raitiolinjalla ei käytetä vastapenkereitä stabiliteetin parantamiseen pysyvässä tilanteessa.

**10.2. Massanvaihto****Vaatus 1**

Massanvaihdon laajuus määräytyy *InfraRYL 2018* kuvan 18360:K3 mukaisesti.

*Kommentti 1*

Matalilla kaivussyvyyksillä voidaan käyttää jyrkempää vastaluiskien kaltevuutta kuin kuvassa *InfraRYL 2018* 18360:K3 pohjaolosuhteiden sallimissa rajoissa. Tämän edellytyksenä on kaivantosuunnitelman laatiminen.

**10.3. Painumat****Vaatus 1**

Pituuskaltevuuksien muutokset valmiissa rakenteessa eivät saa ylittää 0,3% 0-2 vuoden aikana ja 0,3% 2-9 vuoden aikana rakentamisesta.

**Vaatus 2**

Sivukaltevuuksien muutokset valmiissa rakenteessa eivät saa ylittää 0,6% 0-2 vuoden aikana ja 0,6% 2-9 vuoden aikana.

*Kommentti 1*

Painumia voidaan hallita esirakentamalla käyttäen syvästabilointia (*massastabilointi tai pilaristabilointi*), ylipengerrystä, kevennystä sekä pystyjoitusta edellyttäen, että painumakäyttäytyminen on riittävästi ennustettavissa.

*Kommentti 2*

Siirtymärakenteet suunnitellaan sallittujen kaltevuuden muutosten perusteella. Erityistapauksissa vaihtoehtona voi olla tehostettu kunnossapito.

**Vaatus 3**

EPS-materiaalia keventeenä tai routasuojauksena ei sallita.

*Kommentti 1*

Sallittuja kevennysmateriaaleja ovat kevytsora ja vaahtolasimurske.

**10.4. Paalulaatat ja sillakkeet****Vaatus 1**

Paalulaatat suunnitellaan eurokoodien ja Väyläviraston julkaisemien eurokoodien soveltamisohjeiden, ohjeiden "Paalutusohje PO-2011" ja " Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnittelu" mukaisesti.

*Kommentti 1*

Paalulaatan pystysuoran raitiotiekuorman kuormakaaviona on nauhakuorma 32 kN/m (kuormakaavion akselipaino 140 kN). Suunnittelussa käytetään sysäyskerrointa 1,67 kun  $H = 1,4$  m ja 1,25 kun  $H \geq 2,5$  m (väliarvot interpoloidaan).

**Vaatus 2**

Paalulaatan lyömällä asennettavien paalujen suurin kaltevuus on 5:1.

*Kommentti 1*

Suunnittelussa voidaan hyödyntää maapohjan sivuvastusta rakentamistavan ja pohjaolosuhteiden sallimissa rajoissa.

**Vaatus 3**

Paalulaatan päät on varustettava siirtymälaatalalla tai muulla siirtymärakenteella.

*Kommentti 1*

Siirtymärakenteena voi olla elementtirakenteinen siirtymälaatta.

*Kommentti 2*

Paikalla valettavaan teräsbetoniseen paalulaattaan voidaan kiinnittää monoliittisesti raitiotiejohtopylväiden ja muiden raitiotiehen liittyvien rakenteiden perustuksia ja kiinnikkeitä.

**Vaatus 4**

Paalulaattojen ja muiden pohjarakenteiden / pohjanvahvistusmenetelmien kustannuksia ja niiden toimivuutta on vertailtava. Poikkeustapauksessa voidaan käyttää siltamaista paalulaattaa.

**Vaatus 5**

Paalulaattojen käyttöikävaatimus on 100 vuotta.

**Vaatus 6**

Sillakkeet tulee vedeneristää, ja vedeneriste tulee suojata.

**Vaatus 7**

Sillakkeet tulee mitoittaa siltojen kuormakaaviolla.

**10.5. Maaleikkausluiskat****Vaatus 1**

Käytetään pääsääntöisesti ulkoluiskan luiskakaltevuutta 1:2.

*Kommentti 1*

Tapauskohtaisesti voidaan käyttää jyrkempiä verhoiltuja tai vahvistettuja luiskia.

*Kommentti 2*

Luiskat pyritään verhoilemaan kasvillisuuspeitteisinä (esim. niitty).

*Kommentti 3*

Vaikeasti hoidettavat alueet rakennetaan niittymäisiksi ohuella kasvualustalla. Jyrkissä luiskissa käytetään kasvualustojen sidontakennoja. Tarvittaessa käytetään murske- tai sepeliverhousa.

*Kommentti 4*

Luiskatyypin valinnassa on otettava huomioon kaupunkikuvalliset lähtökohdat.

**10.6. Kallioleikkaukset****Vaatus 1**

Kallioleikkaukset suunnitellaan 5:1 luiskakaltevuuteen.

**Vaatus 2**

Kallioleikkaukspohja suunnitellaan siten, että vesi poistuu radan alta ja pääsee esteettä virtaamaan radan sivuilla oleviin kuivatusjärjestelmiin.

*Kommentti 1*

Tarvittaessa käytetään betonointia louhintapohjan tasauksessa.

**Vaatus 3**

Kallioleikkauksiin suunnitellaan suoja-aidat.



## 11. JOHTOSIIRROT

### **Vaatus 1**

Johtosiirroissa noudatetaan johto-omistajien ohjeita sekä InfraRYL:iä.

### **Vaatus 2**

Johtosiirrot toteutetaan siten, että johdot ovat huollettavissa ilman raitiotien liikenteen katkoja.

### **Vaatus 3**

Kaikki vesihuollon putket ja johdot asennetaan raitiotien risteämissä suojaputkiin. Poikkeuksina:

- DN 1200 ja isommat jätevesiputket rakennetaan DR-luokan putkista, eikä niitä tarvitse suojaputkittaa
- DN 800 ja isommat hulevesiputket rakennetaan DR-luokan putkista, eikä niitä tarvitse suojaputkittaa
- rakennetut betoniset viettoviemärit voidaan vaihtoehtoisesti suojasujuttaa jos se osoittautuu parhaaksi ratkaisuksi. Suojasujutuksissa käytetään SN8-luokan sukkia Tampereen Veden omistamilla putkilla
- huleveden kuivatuksen syöksyputket, jotka rakennetaan PN 10-luokan muoviputkista
- huleveden rakennettuja yksittäisiä syöksyputkia ei uusita raitiotien vuoksi, ellei se ole muuten tarpeellista

Suojaputkimateriaalina käytetään terästä. Suojaputkien päihin ei asenneta päätekaivoja. Vesijohtojen suojaputkien toiseen päähän asennetaan tarkastusputki 160/200 mm kohteissa joissa virtausputken koko on suurempi kuin 63 mm. Suuremmat kuin 63 mm virtausputket asennetaan suojaputkissa keskistämisenrenkailla.

### **Vaatus 4**

Risteävät johtorakenteet voidaan jättää siirtämättä ja uusimatta, mikäli voidaan tapauskohtaisesti osoittaa niiden moitteeton kunto ja raitiotierakenteet eivät aiheuta niille siirtotarvetta.

#### *Kommentti 1*

Ratajohtopylväiden perustukset sijoitetaan siten että siirtoja joudutaan tekemään niistä johtuen mahdollisimman vähän.

### **Vaatus 5**

Varaudutaan myös tuleviin johtotarpeisiin suojaputkivarauksin.

### **Vaatus 6**

Maakaasuputket asennetaan suojaputkiin raitiotien risteämissä.

### **Vaatus 7**

Kaikkia sähkö- ja tietoliikennekaapelit asennetaan muovisiin suojaputkiin raitiotien risteämissä. Käytetään A-luokan suojaputkia.

#### *Kommentti 1*

Maahan sijoitetut metallipintaiset kaapelit, jotka sijaitsevat lähempänä kuin 1,5 m ratakiskoja on suojattava hajavirroilta.

### **Vaatus 8**

Kaukolämpö- ja kylmäputkia ei asenneta suojaputkiin.

### **Vaatus 9**

Hajavirtojen vuoksi kaikki metalliset yhtenevät putket (SGB-vesijohdot) tulee sijoittaa

radan alituksissa vähintään 1 m syvyyteen raiteen alapinnasta ja routalevyn alle. Radansuuntaiset putket tulee sijoittaa vähintään 1,5 m päähän lähimmästä kiskosta, syöttöasemasta tai paluuvirtapisteestä. Mikäli näihin etäisyyksiin ei päästä, on käytettävä muovikalvolla päällystettyjä putkia.

**Vaatus 10**

Metallisiin maakaasuputkiin on raitiotien risteämissä tehtävä eristys.

## 12. RAITIOTIEN JA KATUJEN KUIVATUS SEKÄ RUMMUT

### **Vaatus 1**

Raiteiden kuivatus ulotetaan uusien rakennekerrosten alapinnan tasoon.

#### *Kommentti 1*

Katuosuuksilla kuivatustaso on lähtökohtaisesti katurakenteen alapinta.

#### *Kommentti 2*

Kuivatustaso ei saa ulottua radan rakennekerrosten alapuolelle välittömästi radan rakennekerrosten luiskan juuressa, vaan välissä on oltava  $\geq 1$  m leveä tasanne.

#### *Kommentti 3*

Poikkeustilanteissa avorataosuuksilla radan rakennekerrosten kuivatuksessa voidaan käyttää salaojitusta.

#### *Kommentti 4*

Kuivatus on pyrittävä järjestämään ensisijaisesti pintakuivatuksena avo-ojitusten avulla.

#### *Kommentti 5*

Vastapengeralueilla rakennekerrosten kuivatuksessa käytetään suoto-ojia, jos vastapenkereen yläpinta on rakennekerrosten tasossa.

#### *Kommentti 6*

Kiintoraidealueilla rakennekerrosten kuivatuksessa käytetään salaojitusta.

#### *Kommentti 7*

Katurakenteessa salaojaputkena käytetään  $\emptyset$  110mm ja sepelirataosuuksilla  $\emptyset$ 160mm salaojaputkea.

#### *Kommentti 8*

Urakiskojen urien kuivatus on järjestettävä yhdistämällä raiteen hulevesikaivot kadun hulevesiviemärointiin. Kaivojen etäisyyden tulee olla samaa luokkaa, kuin kadun hulevesikaivojen etäisyys kadulla. Vaihteen viemärointi katsotaan urakiskon viemärointikaivoksi.

### **Vaatus 2**

Katujen kuivatus tehdään Tampereen teknisen toimen Katusuunnitelmien ja rakennussuunnitelmien laatimisohteen (Versio 1.1, vuosi 2003) kohdan 5.2. mukaisesti. Uusien alueiden hulevesivalunnan viivyttämisen- ja imeyttämistarpeet voivat edellyttää katualueilla avo-ojia, painanteita, läpäiseviä pintoja jne. Niiden suunnittelun lähtökohtana on alueelle yleis- ja asemakaavan yhteydessä tehdyt hulevesiselvitykset ja hulevesisuunnitelmat ja suunnittelussa voi hyödyntää Kuntaliiton hulevesiopasta (2012).

### **Vaatus 3**

Uudet rummut ( $d < 2000$  mm) suunnitellaan kuormakaavion LM71-35 mukaan.

#### *Kommentti 1*

Rumpujen aukkomitoituksessa käytetään Väyläviraston ohjetta "Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu" 5/2013.

#### *Kommentti 2*

Uusittavan/uuden rummun peitesyvyysvaatimus on 1,4 m, poikkeustapauksissa sallitaan 1,2 m peitesyvyys.

*Kommentti 3*

Rumpuna käytetään ensisijaisesti EK-järjestelmän Dr-lujuusluokan betoniputkia tai teräsputkia S355J2G4 ( $t \geq 8\text{mm}$ ).

**Vaatus 4**

Rummun pituus mitoitetaan 1:1,6 luiskakaltevuuden mukaan.

**Vaatus 5**

Rumpujen putken lopullinen vähimmäiskoko on  $d=800\text{ mm}$ .

### 13. SILLAT JA TUKIMUURIT

#### 13.1. Vaaditut alikulkukorkeudet

##### Vaatus 1

Uusien raitiotien ylittävien siltojen alikulkukorkeus kiskonselästä mitattuna on vähintään 5,5 m.

##### Kommentti 1

Tapauskohtaisesti erikseen sovittuna ja sähköistysjärjestelyistä riippuen alikulkukorkeutta voi olla mahdollista laskea enimmillään 4,5 m:iin.

##### Vaatus 2

Uusien maantietesiltojen alikulkukorkeudet Väyläviraston ja Pirkanmaan ELY-keskuksen vaatimusten mukaisesti. Katusiltojen alikulkukorkeudet Tampereen kaupungin vaatimusten mukaisesti.

#### 13.2. Suunnittelukuormat

##### Vaatus 1

Siltojen ja tukimuurien kuormat ja mitoitusperusteet mitoitetaan eurokoodien mukaisesti Väyläviraston siltojen suunnittelua ja rakentamista koskevan ohjeiston perusteella.

##### Kommentti 1

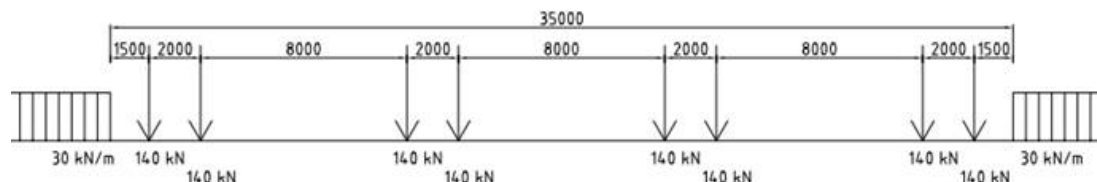
Siltojen ja tukimuurien suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta.

##### Kommentti 2

Tapauskohtaisesti Tampereen kaupungin luvalla tukimuuuri voidaan suunnitella 50 vuoden käyttöiälle.

##### Vaatus 2

Raitiovaunu-kuormakaaviossa kuormakaavion akselipaino siltojen suunnittelussa arvona käytetään 140 kN ja nauhakuorman arvona 30 kN/m. Voivat olla molemmilla raiteilla yhtäaikaaisesti.



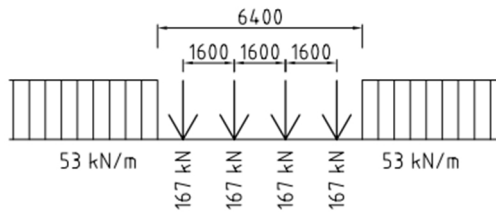
Edellisen kuormakaavion lisäksi tarkastellaan erikseen seuraavan kuvan mukainen telikuormakaavio.



Raitiovaunu-kuormakaavioiden kuorman epäkeskisyyys  $e = \pm 200$  mm.

### Vaatus 3

Radan kunnossapitokalustoa kuvaavana työkonekuormana käytetään kuormakaaviota LM71-15, jossa kuormakaavion akselikuorma 167 kN ja nauhakuorma 53 kN/m:



#### Kommentti 1

Nosturin tassukuorma 400 kN erillisenä kuormitustapauksena voi sijaita missä tahansa sillan kannella. Tassukuorman kosketuspintana on 600 mm x 600 mm, joka sijoitetaan kulkupinnan, tieliikenteen sillalla asfaltin yläpintaan ja tukikerroksellisilla silloilla tukikerroksen yläpintaan. Nosturin tassukuorma tarkastellaan vain murtorajatilassa.

#### Kommentti 2

Työkonekuormaa käytetään vain murtorajatilamitoituksessa. Työkonekuorma voi olla vain yhdellä raiteella kerrallaan. Samanaikaisesti toisella raiteella voi olla raitiovaunukuorma.

#### Kommentti 3

Työkonekuorman yhteydessä ei käytetä dynaamista kerrointa. Myöskään keskipakokuormaa ja pituussuuntaista liikennekuormaa ei tarvitse ottaa huomioon työkonekuorman kanssa.

### Vaatus 4

Käytetään dynaamista suurennuskerrointa  $F_2$ , mitä käytetään rautatiesiltojen suunnittelussa.

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82$$

Sysäyskerroimen raja-arvot ovat:

$$1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

### Vaatus 5

Keskipakokuorman kaavana käytetään

$$F = P \cdot \frac{v^2}{9,81 \cdot R}, \text{ missä}$$

$P$  = pystykuorma ilman sysäyksiä

$v$  = mitoitusnopeus 70 km/h

Raitiotievaunukaluston painopisteen korkeudelle käytetään arvoa ksk+1800 mm

### Vaatus 6

Pituussuuntainen kuorman osalta sovelletaan rautatiesiltojen kuormia käyttämällä sopivaa alfa-kerrointa.

Ominaisvetokuorma:

$$Q_{lak} = 33[kN/m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 1000kN$$

Ominaisjarrukuorma:

$$Q_{lbk} = 20[kN/m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 6000kN$$

#### *Kommentti 1*

Alfa-kerroin on 0,375. Kiihdytyskuorma 12,4 kN/m ja jarrukuorma 7,5 kN/m. Sekä veto- että jarrukuormalla maksimina käytetään 25% pystykuormasta. Oletetaan että tulevaisuudessa kuormituspituus voi olla 80 m ja kuorma 30 kN/m. Siten sekä veto- että jarrukuorman maksimiksi saadaan 600 kN. Jatkuvakiskoraiteella voidaan kiihdytys- ja jarrutuskuormia vähentää 50 %:lla mutta kumpaakin korkeintaan 150 kN:lla.

#### **Vaatus 7**

Sivusysäyksen mitoituskuorma on 40 kN.

#### **Vaatus 8**

Kiskojen lämpötilavaihtelun vaikutus vaakakaarevilla jatkuvakiskoraiteisilla silloilla ilman kiskonliikuntalaitetta otetaan huomioon ohjausvoimana, joka aiheutuu voimasta  $\pm 1000$  kN/raide (NCCI 1, B.6.7.3).

#### *Kommentti 1*

Tuuli- ja lämpötilakuormat ja laakerikitka lasketaan NCCI 1:n mukaisesti.

#### **Vaatus 9**

Väsymismitoituksessa käytetään kuormakaaviota, joka koostuu raitiovaunukuormakaavion akselikuormista ja liikenteen määrä oletetaan suunnitellun liikenteen mukaisesti. Väsymismitoituksessa otetaan huomioon dynaaminen lisä ja tarvittaessa keskipakokuorma.

#### **Vaatus 10**

Raitiovaunun suistumisonnettomuuden onnettomuuskuorma mitoitetaan samalla tavalla kuin rautatiesilloilla, mutta käytetään raitiovaunukuormakaaviota.

#### *Kommentti 1*

Raitiovaunun törmäyskuorma raiteen ylittävien siltojen pilareihin on 825 kN radan suunnassa ja 410 kN kohtisuoraa rataa nähden, kun rakenteen etäisyys raiteen reunasta on alle 4,5 metriä. Kuormat eivät vaikuta samanaikaisesti.

#### *Kommentti 2*

Ajoneuvoliikenteen törmäyskuorma liikenneviraston ohjeen NCCI 1 mukaisesti.

#### **Vaatus 11**

Jatkuvakiskoraiteisella ja maatuilla varustetulla sillalla kannen siirtymä jarru- ja kiihdytyskuormasta saa olla korkeintaan 5 mm maatuen suhteen. Kiskonliikuntalaitteella varustetulla sillalla siirtymä saa olla 30 mm. Sallitut siirtymät NCCI 1 taulukon B.9 mukaisesti.

#### *Kommentti 1*

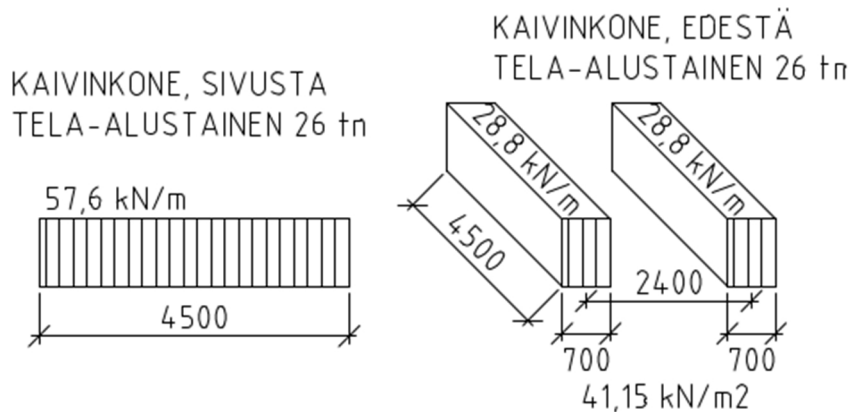
Jatkuvakiskoraiteella suurin liikuntasamaan kohdistuva kokonaisliike saa olla enintään 70 mm. Suuremmilla liikkeillä sauma varustetaan kiskonliikuntalaitteella. Tässä otetaan huomioon lämpötilavaihteluista sekä liikkuvasta kuormasta aiheutuvat liikkeet. Puskupäillä varustetun sillan liikepituus saa olla korkeintaan 50m.

**Vaatusmus 12**

Kuormien yhdistely muuten NCCI 1:n mukaan samoin kuin rautatiesilloilla, mutta raitiovaunu kuorma ei ole mukana pitkäaikaisyhdistelyssä.

**Vaatusmus 13**

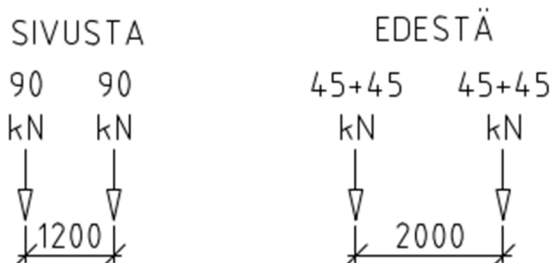
Sillat, joissa raitiotie kulkee ylittävällä väylällä, suunnitellaan siten, että seuraavaksi esitetty 26 tn kaivinkone voi liikkua sillalla rakennusaikana ilman että betonirakenteen murto- tai halkeamarajatilaa, ja ilman että teräsrakenteen myötörajaa, ylitetään. Kaivinkonetta kuvaava kuormakaavio mitoitetaan, sijoittaen se, sillalla yhdelle läpi sillan ajettavalle ajolinjalle, jossa on molemmin puolinen yhden metrin vaakateroleranssi. Ajolinja on merkittävä sillan suunnitelmiin. Ellei muuta ole sovittu siltaurakoitsijan kanssa, kaivinkone mitoitetaan oheisen kuormakaavio mukaan. Lisäksi tulee huomioida, että siltakannella voi olla 5 m päässä toisistaan sekä kaivinkone että kuorma-auto.



**Vaatusmus 14**

Sillat, joissa raitiotie kulkee ylittävällä väylällä, suunnitellaan siten, että seuraavaksi esitetty 30 tn kuorma-auto voi liikkua sillalla rakennusaikana ilman että betonirakenteen murto- tai halkeamarajatilaa, ja ilman että teräsrakenteen myötörajaa, ylitetään. Kuorma-autoa kuvaava kuormakaavio mitoitetaan, sijoittaen se, sillalla yhdelle läpi sillan ajettavalle ajolinjalle, jossa on molemmin puolinen yhden metrin vaakateroleranssi. Ajolinja on merkittävä sillan suunnitelmiin. Ellei muuta ole sovittu siltaurakoitsijan kanssa, kuorma-auto mitoitetaan oheisen kuormakaavio mukaan. Pyörän kosketusala 400 x 400 mm<sup>2</sup>. Telitarkastelun lisäksi tulee huomioida pääpalkin kantavuus suunnitellulla ajolinjalla. Lisäksi tulee huomioida, että siltakannella voi olla 5 m päässä toisistaan sekä kaivinkone että kuorma-auto.

KUORMA-AUTON TELI, KUMIPYÖRÄ-ALUSTAINEN

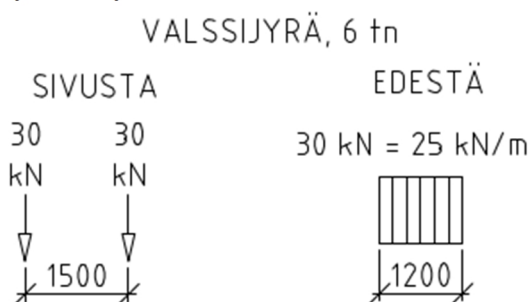


**Vaatusmus 15**

Sillat, joissa raitiotie kulkee ylittävällä väylällä, suunnitellaan siten, että seuraavaksi esitetty 6 tn jyrä voi liikkua sillalla rakennusaikana ilman että betonirakenteen murto- tai halkeamarajatilaa, ja ilman että teräsrakenteen myötörajaa, ylitetään. Jyrää kuvaava työkonemuormakaavio on voitava sijoittaa minne tahansa sillan kannelle, sillan reunapalkkien sisäpintojen välille. Kokonaispainon voidaan ajatella jakautuvan puoliksi etu- ja takapäälle. Jyrän rummun leveydeksi voidaan ajatella 1 m. Ellei muuta ole



sovittu siltaurakoitsijan kanssa, jyrä mitoitetaan oheisen kuormakaavion mukaan. Jyrän täryttämisen kuormitusvaikutusta ei tarvitse huomioida.



### 13.3. Muut vaatimukset

#### Vaatus 1

Siltojen ja tukimuurien suunnittelussa tulee ottaa huomioon Tampereen kaupungin asettamat vaatimukset arkkitehtuurin ja infrastruktuurin suhteen.

- Tampereen raitiotien katutilaohje
- Katuympäristön laatutasot hankeosittain

#### Kommentti 1

Tukimuureissa voidaan käyttää perustason verhousratkaisuja, kunhan ne ja liittyminen ympäristöön toteutetaan laadukkaasti. Asuinalueiden ja pysäkkiympäristöjen kohdalla voidaan käyttää laadukkaampia ratkaisuja. Erityiskohteissa voidaan tukimuureja jäsentää ja pehmentää kasvillisuuden käytöllä mm. köynnöksillä. Käytettävissä suunnitteluratkaisuissa tulee ottaa huomioon luonto- ja maisema-arvot.

#### Kommentti 2

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon tukimuurien ja siltakohteiden alttius graffiteille. Suojauksessa käytetään suoja-aineita ja suunnitelmissa esitetyissä kohdissa muita toimenpiteitä kuten verkkosuojausta ja pintojen uritusta.

#### Vaatus 2

Raitiotien pohjarakenteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon viereisen, nykyisen sillan rakenteet siten, että rakentamisesta ei aiheudu vaurioita nykyisille rakenteille.

#### Vaatus 3

Sillat tulee suunnitella siten, että ne pystytään kustannustehokkaasti rakentamaan aiheuttamatta katu- ja junaliikenteelle enempää häiriöitä kuin hankkeessa on sovittu.

#### Vaatus 4

Raitiotien sillat varustetaan siirtymäläatoilla.

#### Vaatus 5

Raiteen kaarevuussäteen sillan kohdalla tulee olla vähintään 500 m.

#### Vaatus 6

Sillan kansirakenteen päädyt tulee olla kohtisuorassa raiteeseen nähden tai muuten varmistaa osoittaen rakenteen toimivuus.

#### Vaatus 7

Kaksiraiteisessa sillassa poikkileikkaus tulee suunnitella niin, että vesieristeet voidaan uusia raide kerrallaan joko rakenteellisella ratkaisulla tai työnaikaisella

järjestelyllä.

**Vaatus 8**

Raitiotiesillat varustetaan kaiteilla, joiden vaadittava etäisyys raiteen keskilinjasta on vähintään 2,4 m.

**Vaatus 9**

Sillankaiteet varustetaan korkealla suojaverkolla.

*Kommentti 1*

Yhdistetyllä raitiotieliikenteen ja kevyen liikenteen sillalla, sekä väylien väliin että raitiotieväylän puoleiseen reunapalkkiin asennettavat kaiteet varustetaan korkealla suojaverkolla. Kevyen liikenteen puoleiseen reunapalkkiin asennetaan kevyen liikenteen sillankaide tai muu tähän soveltuva kaide.

*Kommentti 2*

Yhdistetyllä raitiotieliikenteen ja kevyen liikenteen sillalla, kun kevyen liikenteen väylällä on runsasta pyöräilyliikennettä, käytetään korkeaa kevyenliikenteen sillan kaidetta (väh. 1,4 m noudattaen LO 25/2012 s.23 suositusta).

**Vaatus 10**

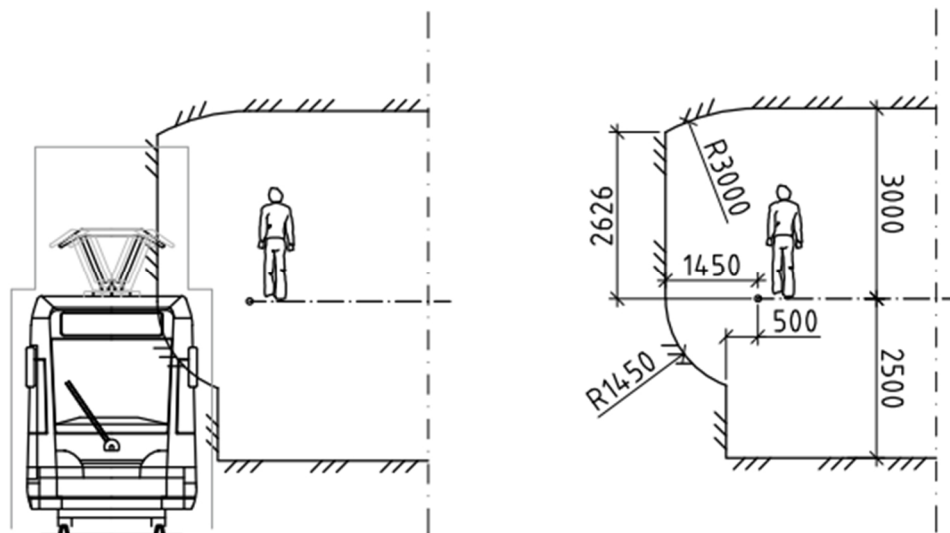
Raitiotien ylittävät ajoneuvo- ja kevyenliikenteen sillat varustetaan kosketussuojarakenteilla.

*Kommentti 1*

Raitiotien suuntaiset tukimuurit varustetaan kosketussuojarakenteilla, kun sähkötekniisesti vaarallisia rakenneosia, heilahdus- ja rakentamistoleranssit huomioiden, sijaitsee ohessa olevan kuvan alueen sisäpuolella.

*Kommentti 2*

Oheisen kuvan alue sijoitetaan tukimuurin päällä olevan kaiteen yläjohteen, kevyen liikenteen väylän puoleinen reunan vertikaalisen linjan ja kevyen liikenteen väylän kulkupinnan horisontaalisen linjan risteyskohtaan.



**Vaatus 11**

Uusiin raitiotiesiltoihin, raitiotien ylittäviin siltoihin ja raitiotien keskilinjasta alle 4 m etäisyydellä oleviin rakenteisiin tehdään maadoitusvaraus. Olemassa olevia rakenteita ei maadoiteta.

**Vaatus 12**

Hankkeelle on laadittu erilliset luontoselvitys ja vesistöselvitys, jotka on otettava

suunnittelussa huomioon.

**Vaatus 13**

Siltojen vedeneristyksenä sallitaan kermieristyksen lisäksi mastiksi ja nestemäisenä levitettävä eristys.

**Vaatus 14**

Sillat, joissa ei ole epoksiivistystä voidaan eristää ilman sääsuojaolosuhteiden niin salliessa.

**Vaatus 15**

Rakenteissa voidaan käyttää muottipintana sekä lauta- että vaneripintaa.

**Vaatus 16**

Impregnointiaineina käytetään SILKO-hyväksytyjä impregnointiaineita.

## 14. RATASÄHKÖISTYS

### 14.1. Sähköturvallisuus

#### **Vaatus 1**

Ratajohdon minimikorkeus kaikissa kuormatiloissa on kisko- tai katutasosta 4.7 m (EN 50122).

#### *Kommentti 1*

Erikois- ja korkean kuljetusreitit huomioidaan, ja jos ne risteävät ratajohdon kanssa ajolangan korkeudesta on varoitettava liikennemerkkein.

#### *Kommentti 2*

Ajoneuvoliikenteen yläpuolella on huomioitava väylälle sallittu suurin ajoneuvo korkeus (4,4 m, tieliikennelaki). Korkeus pitää ilmaista selkeästi esimerkiksi puomeilla.

#### *Kommentti 3*

Jos minimikorkeus alitetaan, tehdään niistä tapauskohtainen riskianalyysi, jossa määritetään matalan ajolangan riskit.

#### **Vaatus 2**

Pelastustoimelle on järjestettävä yleisen raitiotie perehdytyksen yhteydessä sähkö- ja maadoituskoulutus.

#### **Vaatus 3**

Kosketusjännitevaatimukset perustuvat EN 50122 vaatimukseen ja niitä tarkennetaan raitiotien sähköturvallisuus ja maadoitusohjeessa.

#### *Kommentti 1*

Rakenteiden suojaetäisyydet ja -rakenteet määritetään EN 50122 mukaan.

#### **Vaatus 4**

Sähköturvallisuusasioissa noudatetaan soveltuvin osin Tukes S10 vuonna 2015 julkaisun mukaisten standardien määräytyksiä.

#### *Kommentti 1*

Standardeista poikkeavista kohdista laaditaan erilliset ohjeet.

#### *Kommentti 2*

Varoitusmerkkintöjen, esimerkiksi hengenvaara kilpien, osalta sovelletaan SFS 6001 -standardia.

#### **Vaatus 5**

Varikon ratajohdon paikallisojjausjärjestelmän tulee taata turvallinen poiskytkentä ja estää luotettavasti jännitteen kytkentä, jos ratajohdon läheisyydessä työskennellään.

#### *Kommentti 1*

Paikallisojjausjärjestelmän tiedot on nähtävissä sähkönsyötön valvontajärjestelmässä.

#### *Kommentti 2*

Työskentelystä varikolla tehdään erilliset sähköturvallisuusohjeet.

#### **Vaatus 5**

Varikon maadoitus ja potentiaalintasausperiaatteet esitetään raitiotien

sähköturvallisuus ja maadoitusohjeessa.

## 14.2. Syöttöasemat ja raitiotien syöttöjärjestelmä

### **Vaatus 1**

Syöttöasemat liitetään paikallisen sähköverkkoyhtiön keskijänniteverkkoon.

#### *Kommentti 1*

Asemat varustetaan omakäyttömuuntajalla.

### **Vaatus 2**

Sähkönsyöttöjärjestelmä mitoitetaan sähkönsyötön simuloinnin lähtötietojen mukaisella vaunulla ja aikatauluilla.

#### *Kommentti 1*

Mitoituksessa käytettävät lähtötiedot ja raja-arvot (mm. rata, kalusto, radan pysty- ja vaakageometria, liikennöintimäärä, liikennevalojen aiheuttamat hidastukset, seisonta-ajat) määritetään hankkeen sisällön määräyksessä.

### **Vaatus 3**

Syöttöasemat mitoitetaan, suunnitellaan ja sijoitetaan siten, että järjestelmä toimii yhden syöttöaseman vian tai huollon aikana.

#### *Kommentti 1*

Syöttöasemien keskijännitesyötöistä tehdään käyttövarmuustarkastelu yhdessä verkkoyhtiön kanssa.

#### *Kommentti 2*

Liikenteelle tulevat mahdolliset rajoitukset tai hidastuminen syöttöaseman vikaatilanteessa selvitetään simuloinnissa.

#### *Kommentti 3*

Syöttöasemien vikaantumistarkastelussa huomioidaan vain aikataulun mukainen liikenne.

#### *Kommentti 4*

Varikon syöttöasemaa ei kahdenneta

#### *Kommentti 5*

Varikon syöttöasema on mahdollista korvata linjan varasyötöllä, joka mahdollistaa varikon toiminnan rajoitetusti.

### **Vaatus 4**

Ratajohdon nimellisjännitteenä käytetään standardin *EN 50163* taulukon 1 mukaista 750 VDC ja taulukossa esitettyä jännitteen vaihteluväliä.

#### *Kommentti 1*

Vaunun ja ratasähköverkon sovituksessa sovelletaan standardia *SFS-EN 50388* ja *IEC 60850*.

### **Vaatus 5**

Syöttöaseman suojareleistyksen asetteluissa ja parametrien vaihdoissa huomioidaan ennalta suunnitellut poikkeuskytkennät.

### **Vaatus 6**

Syöttöasemien rakennuksiin varataan tilaa radan muiden järjestelmien tekniikalle.

*Kommentti 1*

Syöttöaseman tilat ja niiden vaatimukset määritetään syöttöaseman teknisessä kuvauksessa.

*Kommentti 2*

Ratajohdon kaukokäyttöjärjestelmän ala-asetat sijoitetaan syöttöasemille.

**Vaatus 7**

Raitiotien ratasähkönsyöttöjärjestelmä esitetään kokonaisuudessaan ryhmityskaaviossa.

*Kommentti 1*

Ryhmityskaaviossa esitetään kaikki raitiotien tasasähkö päävirtapiiriin liittyvät galvaanisesti yhteenkytketyt kokonaisuudet sekä niitä erottavat komponentit.

*Kommentti 2*

Yhteenkytkentäjohtimet ja T- johdin esitetään erillisissä kuvissa.

*Kommentti 3*

Maadoitukseen ja potentiaalintasaukseen liittyvät yleiskaaviot ja ryhmittelyt esitetään maadoitusohjeessa.

**Vaatus 8**

Raitiotien ratajohdolle rakennetaan kaukokäyttöjärjestelmä.

**Vaatus 9**

Raitiotien kaukokäyttöjärjestelmään liitetään syöttöasemien palo-, murtoilmaisu- ja LVIA-laitteet.

*Kommentti 1*

Rajapinta esitetään syöttöaseman teknisessä kuvauksessa.

**Vaatus 10**

Syöttöasemien sijoittelu ja eri komponenttien mitoitus ja optimointi tehdään rataverkon simulointien tai laskennan perusteella.

**Vaatus 11**

Laukaisusiirtojärjestelmä tulee toteuttaa omana järjestelmänään.

*Kommentti 1*

Laukaisunsiirron toiminta pitää olla riippumaton ratajohdon kaukokäytöstä tai syöttöaseman paikallisautomaatiosta.

**Vaatus 12**

Rataverkolle rakennetaan hajavirtojen seurantajärjestelmä.

*Kommentti 1*

Hajavirtojen seurantajärjestelmä liitetään kaukokäyttöjärjestelmään.

*Kommentti 2*

Hajavirtojen seurantajärjestelmän laajuus määritetään maadoitusohjeessa.

*Kommentti 3*

Hajavirtojen seurantajärjestelmän vaatimusmäärittely tehdään kyseisen järjestelmän kuvauksessa ja hankinta-asiakirjoissa.

**Vaatus 13**

Sähköenergia, joka käytetään sähköisen raideliikenteen välittömässä käytössä tulee

mitata erikseen.

*Kommentti 1*

Tasasuunninmuuntajan kautta kulkeva sähköenergia mitataan keskijänniteverkosta.

### 14.3. Ratajohdon maadoitusjärjestelmä

**Vaatus 1**

Kiinteiden rakenteiden maadoituksesta laaditaan erillinen ohje.

**Vaatus 2**

Kaikki raitiotien maadoitusjärjestelmään kuuluvat osat pitää esittää dokumentaatioissa.

*Kommentti 1*

Myös kiinteiden rakenteiden, kuten siltojen ja pysäkkien, maadoitukseen liittyvät osat pitää kuvata maadoitusjärjestelmän dokumentaatioissa.

**Vaatus 3**

Raitiotien maadoitusjärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan *EN 50122* -standardin mukaisena maasterotettuna järjestelmänä.

**Vaatus 4**

Pysäkkien ja ulkopuolisten verkkojen sähkönsyöttö suunnitellaan ja toteutetaan *EN 50122* -standardin mukaan. Ensisijainen ratkaisu on TT.

*Kommentti 1*

Käytännön periaatteet määritellään maadoitusohjeessa.

### 14.4. Ratajohdon ryhmittely

**Vaatus 1**

Ratajohto ryhmitellään sähköisiin jaksoihin.

*Kommentti 1*

Ratajohdon jaksot ja jaksoerottimien sijoitus suunnitellaan yhteistyössä liikennesuunnittelun kanssa.

*Kommentti 2*

Varikon ratajohdon jaksot suunnitellaan varikon toimintojen perusteella.

*Kommentti 3*

Syöttöjaksosten välillä voi ajohdossa olla katkollinen jaksoerotin, joka katkaisee kaluston tehon saannin.

*Kommentti 4*

Jaksoerotin katkollisen alueen pituuden ohjearvo on enintään 500 mm.

*Kommentti 5*

Jaksoerotin sijoittelu on tehtävä siten, että sen sijainti aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa raitiovaunuliikenteelle.

*Kommentti 6*

Jaksoerotinena voidaan käyttää joko katkollista tai katkotonta tyyppiä.

*Kommentti 7*

Jaksoerotin voidaan toteuttaa nopeilla osuuksilla yhdistävällä erotuskentällä.

**Vaatus 2**

Ratajohdon jaksonumerointi tehdään yksilöllisesti niin, että rataosuudella ei ole saman numerosta jaksoa.

*Kommentti 1*

Jaksonumerointi merkitään tarvittaviin paikkoihin.

**Vaatus 3**

Ratajohdon sähköisistä jaksoista laaditaan erillinen kaavioesitys.

*Kommentti 1*

Kaaviossa pitää esittää ratajohdon normaali kytkentätilanne.

*Kommentti 2*

Suunnitellut poikkeustilanteen kytkennät esitetään erillisellä korvauskytkentäsuunnitelmalla.

**14.5. Ratajohdon kaukokäyttö****Vaatus 1**

Normaalissa käyttötilanteessa tarvittavat kytkinlaitteet varustetaan moottoriohjaimella.

*Kommentti 1*

Huoltotöissä tarvittavat kytkinlaitteet voivat olla käsikäyttöisiä.

*Kommentti 2*

Vikatilanteen ohituksessa tarvittavat kytkinlaitteet voidaan korvata kiskosta pulteilla irroitettavalla kytkentäkiskolla. Yhden vian irrotus/ohitus tulee olla mahdollinen alle 15 minuutin työllä.

**Vaatus 2**

Kaikki syöttöasemien ja ratajohdon päävirtapiirin ohjattavat ja valvottavat toimilaitteet liitetään ratajohdon kaukokäyttöjärjestelmään.

**Vaatus 3**

Kaikissa ratajohdon kytkinlaitteissa pitää olla käsikäyttömahdollisuus.

**Vaatus 4**

Syöttöaseman automaatiovian ohitusta ei saa tehdä kaukokäyttöisesti, ellei syöttöasemalla ole kameravalvontaa ja luotettavaa tietoa syöttöaseman tilasta.

**Vaatus 5**

Suoraan ala-asemaan kytketyt tilatiedot ja ohjaukset tulee toimia syöttöaseman laitteiden ollessa vikaantuneita tai huollossa.

**Vaatus 6**

Varikon paikallisautomaation tilatiedot liitetään kaukokäyttöön.

**Vaatus 7**

Kaukokäytön tietoliikenne palvelimilta keskusjärjestelmään ei saa katketa yhdestä viasta.

**Vaatus 8**

Kaukokäyttöjärjestelmän keskusjärjestelmän käytettävyyden tulee olla vähintään



99,5%.

**Vaatus 9**

Suojausjärjestelmien ja paikallisautomaation tulee olla riippumattomia kaukokäyttöjärjestelmästä.

*Kommentti 1*

Tietoliikennejärjestelmä voi olla yhteinen, jos se on kahdennettu ja valvottu.

*Kommentti 2*

Kaukokäyttö voi toimia varasuojusjärjestelmänä paikallisautomaatiolle, suojausjärjestelmille tai prosessilaitteisiin integroiduille toiminnoille.

**Vaatus 10**

Kaukokäyttöjärjestelmän tarkemmat vaatimusmäärittely esitetään kyseisen järjestelmän dokumentoinnissa.

**14.6. Ratajohto****Vaatus 1**

Kaikki raiteet sähköistetään.

*Kommentti 1*

Varikon raiteiston sähköistys määritetään varikon toimintojen perusteella.

*Kommentti 2*

Ratasähköistykseen liityntärajpintakuvauksena kalustoon käytetään infran ja kaluston välistä kuvausta

*Kommentti 3*

Ratajohdon sähköistyksessä käytetään lähtökohtana EN50119 ja EN50122 standardeja

*Kommentti 4*

Ajolangan tyyppi on EN 50149 mukainen poikkipinnaltaan 120 mm<sup>2</sup> CuAg johdin

*Kommentti 5*

Tukijohtimena ja kannattimena käytetään 70mm<sup>2</sup> Cu-köyttä tai sähkönjohtavuudeltaan vähintään vastaavaa Cu-johdinta

**Vaatus 2**

Ajolanka toteutetaan lämpötilakompensoidulla rakenteella tai kiintoajojohtimella

*Kommentti 1*

Normaali ajolangan kiristysvoima on 8 kN

*Kommentti 2*

Vaihteissa, kaarteissa ja varikolla ajolangan kiristysvoimasta voidaan poiketa. Kaikissa tilanteissa pitää huomioida ajolangan staattinen ja dynaaminen asema.

**Vaatus 3**

Ratajohdon sivuttaispoikkeama on  $\pm 400$  mm

*Kommentti 1*

Suunnittelussa huomioitu ajolangan asennustoleranssi kiinnityspisteessä on  $\pm 50$  mm, kuitenkin enintään  $\pm 400$  mm

*Kommentti 2*

Suunnittelussa huomioitu ajolangan maksimipoikkeama raiteen keskilinjassa on  $\pm 500$  mm

**Vaatus 4**

Ajolangan nimelliskorkeus on 5500 mm kiskon selästä mitattuna.

*Kommentti 1*

Jos ajojohdin alittaa 5000 mm korkeuden, muuta ympäristöä varoitetaan erillisillä merkeillä

**Vaatus 5**

Ajolangan alin sallittu korkeus, kaikissa kuormitusilanteissa, on 4200 mm ja ylin 6000 mm kiskon selästä mitattuna.

*Kommentti 1*

Ajolangan alittaessa 4700 mm korkeuden kiskon tai kadun tai vastaavan pinnasta, kartoitetaan riskit tapauskohtaisesti.

*Kommentti 2*

Asennustoleranssi kiinnityspisteissä  $\pm 10$  cm suunnitellusta asemasta. Maksimi ja minimiarvoa ei saa ylittää missään tilanteessa.

*Kommentti 3*

Paljaat jännitteiset rakenteet tai johtimet eivät saa alittaa ajojohtimen korkeusvaatimuksia

**Vaatus 5**

Ratajohdon mitoituksessa käytettävät kuormitusilanteet EN50199 mukaan

*Kommentti 1*

Ratajohdon mitoituksessa käytettävä jääkuorma 5 N/m. (SSR)

*Kommentti 2*

Ratajohdon staattisen aseman suunnittelussa käytettävä tuulennopeus 30 m/s

**Vaatus 7**

Ajolangan mitoituksessa käytettävä maksimilämpenemä on +10 K

*Kommentti 1*

Ratajohdon mitoituksessa käytettävä ympäristölämpötila on - 40 °C ... + 40 °C.

*Kommentti 2*

Ratajohdon lämpölaajenemiskertoimeksi oletetaan 0,000017 1/K

**Vaatus 8**

Ratajohtopylväiden ilmoitetut yhteiskäyttötarpeet otetaan huomioon suunnitteluvaiheessa.

*Kommentti 1*

Perustukset voidaan kiinnittää kiintoraidelaattaan.

**Vaatus 9**

Köysiportaalien suunnittelussa on huomioitava pelastuslaitoksen tarpeet vaijerien katkaisusta pelastustehtävien aikana

*Kommentti 1*

Ratajohtorakenteen mekaaninen kestävyys yhden vaijerin katkeamistapauksessa on

tarkasteltava

*Kommentti 2*

Ajojohtimen asema saa poiketa vaatimuksista tilanteessa, joissa köysiportaali on katkaistu. Ajolangan ei tarvitse olla ajettava

**Vaatus 10**

Perustuksen pulttien avaaminen ja pylvään vaihto pitää mahdollistaa myös talvella

**Vaatus 11**

Suunnitteluvaiheessa pelastuslaitokselle on annettava riittävät tiedot sähkönsyöttöjärjestelmästä

**Vaatus 12**

Pylvään suurin sallittu taipuma 3.0 %.

*Kommentti 1*

Poikkeustapauksissa sallitaan 4.5 % taipuma.

**Vaatus 13**

Perustuksien suunnittelussa on huomioitava kaapelien läpiviennit

**Vaatus 14**

Ajojohdin suunnitellaan risteävien katujen kohdalle 5500 mm korkeuteen kiskon selästä, jolloin siitä voidaan ilman erityisjärjestelyjä ajaa enintään 5 metrin korkuinen kuorma. Jos näistä korkeuksista poiketaan, tarkastellaan jokainen poikkeus erikseen.

*Kommentti 1*

Erikoiskuljetusreiteillä jännitteettömäksi kytketty ajojohdin voidaan nostaa 6 metrin korkeuteen rakenteita purkamatta.

*Kommentti 2*

Risteäville kaduille lisätään varoituskilpi ajojohtimesta.

## 15. VAHVAVIRTA

### 15.1. Tehonsyöttö

#### **Vaatus 1**

Raitiotiejärjestelmän sähkönsyöttöön liitetään vain raitiotien operointiin tai infran käyttöön liittyviä järjestelmiä.

#### *Kommentti 1*

Katuvalaistus liitetään olemassa olevaan valaistusverkkoon tai hankitaan erillinen liittymä.

#### *Kommentti 2*

Liikennevaloille ja vastaaville järjestelmille hankitaan oma sähkönsyöttö tai liittymä.

#### **Vaatus 2**

Raitiotien pysäkkien sähkönsyöttö toteutetaan omalla sähköliittymällä.

#### *Kommentti 1*

Sähköliittymien tekninen toimintaperiaate on kuvattu maadoitusohjeessa.

### 15.2. Vaihdelämmitys- ja pysäkkilämmitysjärjestelmä

#### **Vaatus 1**

Kaikki ulkona olevat vaihteet varustetaan vaihdelämmitysjärjestelmällä.

#### *Kommentti 1*

Järjestelmän ei tarvitse olla sähköinen.

#### *Kommentti 2*

Järjestelmän tulee voida valvoa omaa tilaansa ja vikoja.

#### **Vaatus 2**

Vaihdelämmityksen viemäroinnit tulee voida tarvittaessa saattolämmittää vaihteen lämmitykseen liitetyillä elementeillä.

#### **Vaatus 3**

Vaihdelämmitysjärjestelmän tulee olla energiatehokas.

#### *Kommentti 1*

Järjestelmän ohjauksessa käytetään ulkoilman ja kiskon lämpötilan mittausta.

#### *Kommentti 2*

Ohjauksessa voidaan käyttää ns. sääasemaa, joka mittaa ulkolämpötilaa, sademäärää, tuulta, kosteutta. Sääasema voi olla keskitetty useamman ohjauskeskuksen kesken.

#### *Kommentti 3*

Ohjauksessa voidaan käyttää sääennustetta.

#### **Vaatus 4**

Vaihdelämmitysjärjestelmän tila- ja käyttötiedot tulee viedä keskitettyyn valvontajärjestelmään esim. scadaan. Vaihdelämmitysjärjestelmän ja keskitetyn valvontajärjestelmän välinen rajapinta voidaan toteuttaa esim. relerajapintana.

**Vaatus 5**

Komponenttien vaihtaminen tulee olla mahdollista, vaikka ratalaitteet ja niiden kotelot ovat jäätyneet täyteen vesi/hiekka seosta

**Vaatus 6**

Raitiotiepysäkkejä ei lämmitetä.

**15.3. Valaistus****Vaatus 1**

Katuvalaistuksen taso- ja laatumäärittelyssä noudatetaan Tampereen kaupungin valaistusohjeistusta.

*Kommentti 1*

Raitiotietä ei valaista, mutta raitiotien vaatimat muut toiminnot valaistaan.

**Vaatus 2**

Kaikki vaihdealueet varustetaan yleisvalaistuksella.

*Kommentti 1*

Vaihteiden kohdalla valaistus on tarkasteltava kohteittain.

*Kommentti 2*

Vaihteiden valaistusvaatus on mahdollista toteuttaa ympäröivän valaistuksen avulla esim. katuvalaistus

**Vaatus 3**

Pysäkkien ja matkustajaterminaalien yleisvalaistuksessa käytetään SuRaKu-ohjetta ja Tampereen kaupungin ohjeita.

*Kommentti 1*

Valaistuksen suunnittelussa tulee huomioida arkkitehtuuriset vaatimukset.

**Vaatus 4**

Yleisvalaistus pyritään toteuttamaan ratajohdon yhteiskäyttöpylväillä.

*Kommentti 1*

Yhteiskäyttöpylväiden suunnittelussa huomioidaan esteettiset, arkkitehtuuriset ja tekniset seikat sekä kustannukset.

**Vaatus 5**

Radan ylityspaikat valaistaan katuvalaistusohjeistuksen mukaisesti.

**Vaatus 6**

Valaistus toteutetaan LED- tekniikalla.

**15.4. Kaapelointi****Vaatus 1**

Raitiotien kaapeloinnin runkoreitin koko on 10 x MP110 putkea

*Kommentti 1*

Kaapelikanava-alueella reitin kapasiteetti tarkastellaan erikseen

**Vaatus 2**

Kaikki raitiotiejärjestelmän maanalaiset kaapelit asennetaan suojaputkeen.

*Kommentti 1*

Rata- ja tiealueen alla olevien kaapelisuoja-putkien on oltava A-luokan putkea sn 16

*Kommentti 2*

Rata-alueen betonin sisään valettujen putkien tyypit määritetään tapauskohtaisesti

*Kommentti 3*

Toimilaitteiden maanalaiset kaapelit suojataan mekaanisesti kestäväällä suoja-putkella.

*Kommentti 4*

Sähkökaapelit ja ohjauskaapelit asennetaan eri putkiin tai kanavassa eri osioihin.

*Kommentti 5*

Silloilla, joissa on vain raitiotieliikennettä ja varikkoalueella voidaan käyttää kaapelikanavaa

*Kommentti 6*

Varikon ulkopuolella käytettävien kaapelikanavien kansi pitää olla ilkevä ja kestävä. Kansi pitää lukita esimerkiksi ruuvaamalla tai kansi pitää olla niin painava, että sitä ei voi avata käsin.

*Kommentti 7*

Rata-alueen betonin sisään valettujen putkien tyypit määritetään tapauskohtaisesti.

*Kommentti 8*

Rata-alueella voidaan käyttää lisäsuojana putkea tai taipuisaa QA-suoja-putkea. Lisäsuojatyypin määrittäminen järjestelmäkohtaisesti.

**Vaatus 3**

Kaapelien ja kaapelijatkosten on oltava mekaanisesti riittäviä maakaapeliasennukseen.

*Kommentti 1*

Kaapelien ja kaapelijatkosten asennuksissa on noudatettava valmistajan ohjeita.

*Kommentti 2*

Kaapelijatkot määritetään järjestelmä- ja kaapelikohtaisesti.

*Kommentti 3*

Lähtökohtaisesti kaapelijatkosten tekemistä pyritään välttämään, mikäli uuden kaapelin asennuksesta koituvat ylimääräiset kustannukset ovat vähäiset.

**Vaatus 4**

Kaikki kaapelit ja kaapelijatkot on merkittävä tunnistella.

*Kommentti 1*

Kaapelit merkitään molemmista päistä mekaanisesti kestäväällä tunnistella.

*Kommentti 2*

Kaapelijatkot merkitään mekaanisesti kestäväällä tunnistella.

*Kommentti 3*

Kaapelien sijoitus ja kaapelijatkosten tunnistet dokumentoidaan kaapelointikuviin ja jatkosluetteloihin.

*Kommentti 4*

Valokaapelit merkitään jatkuvalla tunnuksella, vähimmäisvaatus kaapelityyppi ja

metrimäärä.

**Vaatus 5**

Kaikki kaapelointi tulee suojata mekaanisesti vähintään 2,2 m korkeuteen saakka kiskon selästä.

*Kommentti 1*

Suojauksessa on huomioitava suojaus ilkivallalta

*Kommentti 2*

Terässuojaa käytettäessä on huomioitava maadoitukset.

*Kommentti 3*

Terässuojaa käytettäessä on huomioitava materiaalivalinnat ruostumisen välttämiseksi.

**Vaatus 6**

Liittyvien järjestelmien kaapeloinnissa noudatetaan Kaupungin yleistä järjestelmää koskevaa ohjeistusta.

**Vaatus 7**

Ratajohdon syöttö- ja ohjauskaapelit määritetään syöttöaseman teknisessä kuvauksessa.

**Vaatus 8**

Kuitukaapelien pitää olla metallittomia sähköä johtamattomia.

**Vaatus 9**

Ratajohdon syöttö- ja paluuvirtakaapelien putkitus/reititys tulee suunnitella katkeamattomana lähtö- ja päätepisteen välillä huomioiden siihen asennettavan kaapelin vaatimukset.

*Kommentti 1*

Putkitus/reitti ei saa kulkea kaapelikaivon kautta.

*Kommentti 2*

Syöttö- ja paluujohdinten reitin suunnittelussa pitää huomioida kaapelin palovaara

**Vaatus 10**

Syöttöasemien keskijännitekaapelit tulee tuoda syöttöaseman kojeistolle asti suojatussa reitissä ja rengaskaapelin erotus toisistaan tulee säilyttää mahdollisimman hyvin mahdollisimman pitkälle.

**Vaatus 11**

Ratasähkönsyöttöjärjestelmän syöttö- ja paluuvirtakaapelit tulee varustaa suojaus- ja valvontalaitteilla.

**Vaatus 12**

Ratajohtopylväille tuodaan kaapelireitti perustan sisällä

**Vaatus 13**

Kaapelit ja liittimet VATU-alueella kaksoiseristettyjä esim. kaapelit asennettuna muoviseen suojaputkeen ja liittimet muovikotelossa

## 16. RADAN TURVALAITTEET JA OHJAUSJÄRJESTELMÄ

### 16.1. Yleiset vaatimukset

#### **Vaatus 1**

Normaalissa liikennetilanteessa käytetään oikeanpuoleista liikennettä. Ohjauslaitteet suunnitellaan oikeanpuoleiseen liikenteeseen.

#### *Kommentti 1*

Liikennöinnin turvaaminen perustuu kuljettajan näkemään.

#### *Kommentti 2*

Linjalla normaalin liikennesuunnan vastavaihteet varustetaan ohjausjärjestelmällä riippumatta ajonopeudesta.

#### *Kommentti 3*

Päätepysäkeillä suunnankääntövaihte voidaan varustaa manuaalisella jousipalautteisella kääntölaitteella, jos se täyttää tilaajan asettamat liikennöinti- ja nopeusvaatimukset ja ainoastaan vaihteen toista haaraa liikennöiden vastavaihteen suunnasta

#### **Vaatus 2**

Risteysalueilla raideliikenteen risteävät kulkureitit turvataan liikennevalokojeella.

#### *Kommentti 1*

Liikennöintiolosuhteiden vaatiessa kulkureitit voidaan turvata myös asetinlaitteen varmistamalla kulkuteillä.

### 16.2. Vaihteet ja vaunun tunnistus

#### **Vaatus 1**

Vaihteenohjausjärjestelmän turvallisuuden eheystason on oltava SIL 2.

#### **Vaatus 2**

Ohjausjärjestelmä pitää varustaa tapahtumaseurannalla ja vikadiagnostiikalla.

#### **Vaatus 3**

Sähkökääntövaihteet on oltava käännettävissä vaunun sisältä käyttöliittymästä.

#### *Kommentti 1*

Tiedonsiirtosilmukka ja vaihteen valvontapiirit tulee suunnitella siten, että vaihdetta voi lähestyä linjanopeudella.

#### *Kommentti 3*

Tarvittaessa sähkökääntöisen vaihteen tulee kääntyä automaattisesti vaunun linjatiedon perusteella.

#### **Vaatus 4**

Sähkökääntövaihteet on oltava ohjattavissa vaihteenohjauskeskuksesta paikallisesti.



*Kommentti 1*

Ohjauskaapin ulkopuolelle suunnitellaan lukittava painikekotelo.

**Vaatus 5**

Sähkökääntöisen vaihteen kääntyminen kaluston edessä tai alla on estettävä.

*Kommentti 1*

Huomioitava muu liikenne sekaliikennekaistoilla.

*Kommentti 2*

Varattu vaihde voidaan kääntää kääntöraudalla.

**Vaatus 6**

Vaihteiden asento- ja lukitustieto tulee saada IO-tietona vaihteen ohjausyksiköltä.

**Vaatus 7**

Tiedonsiirtosilmukkaa ei saa suunnitella kaarteeseen, jonka R on alle 100 m.

**16.4. Raiteenvaihtopaikat****Vaatus 1**

Vaihteet ovat mekaanisia myötävaihteita, jotka lukitaan mekaanisesti normaalin liikennöintisuunnan mukaiseen asentoon.

**16.5. Opastimet, varoituslaitteet ja merkit****Vaatus 1**

Opastimien käsitteet määritetään suunnittelun aikana. Käytetään TAS1- vaiheessa määritettyjä opastimia.

*Kommentti 1*

Huomioitava tieliikennelain määräykset.

*Kommentti 2*

Liikennevalot ja niiden opasteet on esitetty kappaleessa 20.

**Vaatus 2**

Näkemillä ajettaessa käytetään vaihteen asennon ja lukituksen osoittavia vaihdeopastimia sekä liikennöintiolosuhteiden vaatiessa kulkutieopastimia.

**Vaatus 3**

Liikennevalo-ohjatussa risteyksessä liikennevalojärjestelmä ohjaa myös raitiotien opastimia.

*Kommentti 1*

Jos liikennevalo-ohjattu risteys on vaihdealueella, niin vaihdeopastimet toimivat itsenäisesti. Vaihteen asento-/lukitustieto välitetään tarvittaessa liikennevalojen ohjauskojeelle.

*Kommentti 2*

Seis-opasteiden tila valvotaan.

**Vaatus 4**

Tarpeen mukaan voidaan käyttää muita varoittavia tai lisätietoa antavia opastimia.

**Vaatus 5**

Esiopastinta on käytettävä, jos pääopastimen opaste ei näy pysähtymiseen vaadittavalla matkalla.

*Kommentti 1*

Pysähtymismatkan määrittämisessä vaunun hidastuvuudelle käytetään arvoa 0,8 m/s<sup>2</sup>. Reaktioaika 2s.

**Vaatus 7**

Suurin sallittu nopeus on ilmoitettava nopeusrajoitusmerkillä. Nopeusrajoituksen noustessa, asetetaan merkki 47 m päähän rajoitusalueen alusta. Nopeusrajoituksen laskiessa, asetetaan merkki rajoitusalueen alkamiskohtaan.

*Kommentti 1*

Laskevaa nopeusrajoitusta ennen asetetaan jarrutuksen aloittamiskohtaan ennakkomerkki, jos nopeusmerkin näkemävaatimukset eivät täyty, jos alku- ja loppunopeuden ero on vähintään 20 km/h sekä alkunopeus on vähintään 50 km/h tai jos alku- ja loppunopeuden ero on vähintään 25 km/h.

*Kommentti 2*

Käytettävät nopeusrajoitukset ovat 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 ja 70.

*Kommentti 3*

Yleisnopeusrajoitus vaihteen poikkeavalle haaralle on 15 km/h. Nopeusrajoitus merkitään vaihteen poikkeavalle raiteelle vain, jos se eroaa tästä nopeudesta.

**Vaatus 8**

Vaihteen rajamerkkiä osoittava staattinen merkki asennetaan (tai maalataan kiskoon) vähintään 5 m etäisyydelle ATU:in leikkauspisteestä.

**16.6. Seurantajärjestelmä****Vaatus 1**

Raitiotie varustetaan yksiköiden kulunseurantajärjestelmällä.

**Vaatus 2**

Vaunun sijainti raiteella, kuljettava raide ja kulkusuunta pitää pystyä tunnistamaan.

**Vaatus 3**

Kaluston kulkutiedot välitetään matkustajainformaatiojärjestelmään.

## 17. RAITIOTIEN TIETOLIIKENNE

### **Vaatus 1**

Tietoliikenteeseen ja tietojärjestelmiin liittyvät tekniset yksityiskohdat tulee salata ja luovuttaa vain niitä työtehtävissä tarvitseville henkilöille.

### **17.1. Runkoverkko**

#### **Vaatus 1**

Raitiotielle rakennetaan oma TCP / IP IPv4-pohjainen tietoliikenneverkko.

#### *Kommentti 1*

Tietoliikenneverkon runkoyhteydet rakennetaan yksimuotoisena valokaapeliyhteytenä.

#### *Kommentti 2*

Raitiotien tietoliikenneverkkoon kuuluu fyysiset yhteydet, aktiivilaitteet sekä niiden tarvitsema tehonsyöttö.

#### **Vaatus 2**

Runkoverkko toteutetaan yksimuoto valokuituverkkona

#### *Kommentti 1*

Raitiotien runkokuitukaapeloinnin eri osa-alueet (jako pysäkkiverkon runkokuidut, TRO runkoverkon runkokuidut ja liikennevaloverkon runkokuidut) kuvataan jokainen omassa kaaviossaan.

#### *Kommentti 2*

Kahdennetun kaapelin asentaminen tulee olla myöhemmin mahdollista. Tämä tulee huomioida mm. ristiyhteyden ja päätepaneelien tilavarauksissa.

#### *Kommentti 3*

Kaapelit asennetaan mahdollisuuksien mukaan eri reiteille tai eri suojausputkiin.

#### **Vaatus 3**

Kaapelit päätetään ja haaroitetaan erillisen suunnitelman mukaisesti.

#### **Vaatus 4**

Raitioteiden tietoliikenneverkon voidaan liittää muihin verkkoihin yhdestä hallitusta pisteestä.

#### *Kommentti 1*

Käyttövarmuuden varmistamiseksi yhdistyspiste voi olla toteutettu varmennettuna.

#### *Kommentti 2*

Fyysisiä liityntäpisteitä voi olla useita.

#### *Kommentti 3*

Liityntäpisteen vaatimusmäärityksellä tulee estää ulkopuolisen verkon vikojen leviäminen raitioteiden tietoliikenneverkkoon.

#### *Kommentti 4*

Yhdistyspisteen raitiotieinfran toiminnan turvaavat laitteet tulee sijoittaa turvalliseen laitetilaan jossa sijaitsevat myös muut raitiotieinfran tietoliikenne ja tietotekniset keskuslaitteet.

**Vaatus 5**

Turvallisuuskriittisten toimintojen yhteydet on kahdennettava.

*Kommentti 1*

Kahdennuksessa voidaan käyttää ulkopuolisia yhteyksiä.

*Kommentti 2*

Ulkopuolisten yhteyksien käytöstä laaditaan aina riskianalyysi, jossa määritetään myös tietoturvan taso ja tekniset ratkaisut riittävän tietoturvallisuuden varmistamiseksi.

**Vaatus 6**

Raitiotiejärjestelmän ja liittyvien järjestelmien tietoliikenneverkot eriytetään.

*Kommentti 1*

Muut järjestelmät voivat käyttää samoja raitioinfran käyttöön rakennettuja fyysisiä kaapeliyhteyksiä.

*Kommentti 2*

Muut järjestelmät eivät pääsääntöisesti voi käyttää raitiotiejärjestelmän käyttöön eriytettyjä tietoliikenneverkonaktiivilaitteita.

**Vaatus 7**

Tietoliikenneverkon tilaa tulee voida valvoa.

*Kommentti 1*

Tietoliikenneverkon tapahtumat tulee kerätä yhteen tietokantaan.

*Kommentti 2*

Tietoliikenneverkon yhteyksien ja laitteiden reaaliaikaista tilaa tulee voida valvoa. Tietoliikenneverkon operaattori tulee hoitamaan verkonvalvonnan, mutta valvomoon sitä ei välitetä. Tosin ei sillä kukaan siellä mitään teekään koska operaattori hoitaa täysin tietoverkon vikatilanteet sovituilla SLA-ajoilla, valvomossa olevilla henkilöillä ei pääsääntöisesti ole näkyvyyttä/oikeuksia aktiivilaitteiden hallintaan vaan vikatilanteessa soittavat operaattorin päivystykseen.

*Kommentti 3*

Tietoliikenneverkon tilaa tulee voida seurata pitkällä aikavälillä sen kapasiteetin riittävyyden varmistamiseksi.

**Vaatus 8**

Tietoliikenneverkon aktiivilaitteiden konfiguraatiot tulee olla ajantasaisesti varmuuskopioitu.

**17.2. Puheradio****Vaatus 1**

Puheradioyhteyden käytetään Virve-verkkoa.

**Vaatus 2**

Raitiovaunun kuljettajan käytössä tulee olla luotettava puheradioyhteys.

*Kommentti 1*

Kuljettajan on pystyttävä kommunikoimaan puheradionyhteydellä myös liikenteenohjauksen kanssa.

*Kommentti 2*

Radioverkon kautta tulee voida viestiä vaunujen välillä.

**Vaatus 3**

Samaa radiaviestiverkkoa käytetään ratapiha- ja huoltoradioyhteydessä.

**Vaatus 4**

Puheradioverkko tulee olla riippumaton muusta raitiotieinfran tietoliikenne ja tietotekniikkajärjestelmistä ja eriytetty niistä.

*Kommentti 1*

Vaunukaluston radiolaitteiden määrytykset ovat vaunukalustohankinnan teknisessä määrytyksessä.

*Kommentti 2*

Jos Virveverkkoa käytetään datayhteyden yli yhteyteen ei saa käyttää saman operaattorin matkapuhelinverkkoa/yhteiskäyttöverkkoa mikä on käytössä matkapuhelinoperaattorina tavanomaisissa matkapuhelinverkossa.

*Kommentti 3*

Virve-verkon laitteiden suunnitelmista tulee tehdä käytettävyyks ja kriittisyystarkastelu, erityisesti keskuslaitteiden osalta.

**Vaatus 5**

Radioverkon määrittelyt tehdään yhdessä Virve-verkon haltijan kanssa.

**Vaatus 6**

Radioverkon käytössä tulee noudattaa Virve-verkon haltijan antamia määräyksiä ja ohjeita.

**Vaatus 7**

Raideturvallisuuteen liittyvä puheradio liikenne tulee tallentaa.

## 18. INFORMAATIO- JA MAKSUJÄRJESTELMÄT

### 18.1. Yleiset vaatimukset

**Vaatus 1**

Raitiotie tulee olemaan osa Tampereen seudun joukkoliikenteen matkustajainformaatiojärjestelmää ja maksujärjestelmää.

**Vaatus 2**

Informaatiojärjestelmä vaatii toimiakseen raitiovaunujen paikannustiedon.

*Kommentti 1*

Paikannuksen oletetaan perustuvan satelliittipaikannukseen (GPS/Galileo/Glonass) Lisäinformaationa voidaan käyttää liikennevalojärjestelmän tarvitsemia ilmaisuja, raitiovaunun takometriä, ovien avaustietoja, kuljettajan antamia komentoja, vaihdeohjauksen komentoja tai muita lisäteknikoita esim. RFID-paikannusta.

**Vaatus 3**

Informaatio- ja maksujärjestelmät vaativat tietoliikenneyhteyden raitiovaunun ja keskusjärjestelmän välille sekä keskusjärjestelmän ja raitiovaunupysäkkien välille.

## 18.2. Matkustajainformaatio pysäkeillä

### **Vaatus 1**

Matkustajainformaatiota jaetaan pysäkeillä staattisesti ja dynaamisesti näyttölaitteella.

#### *Kommentti 1*

Linjojen päätepysäkkien lähellä olevat pysäkit, joilla on vain poistumisia, voidaan jättää ilman aktiivisia matkustajainformaatiolaitteita.

#### *Kommentti 2*

Tärkeiden käyntikohteiden läheisille pysäkeille voi tulla näyttötäulu lähiopastusta varten.

#### *Kommentti 3*

Pysäkeillä on ilmoitustaulu, johon kiinnitetään esim. paperikartta, liikennöinnin perusaikataulu sekä pysäkin QR-koodi.

### **Vaatus 2**

Raitiotien pysäkeille varataan matkustajainformaatiojärjestelmää sekä katosten mainoksia varten kuitukaapelilla toteutettu tietoliikenneyhteys ja sähköteho max. 20 kVA ja tähän sähkötehoon sisältyy kaikki pysäkkialueelle tulevat sähkötekniset laitteet. Keskustan ulkopuolella olevilla pysäkeillä, joissa on vähemmän mainosnäyttöjä, voidaan käyttää sähkötehoon 10 kVA jos se riittää. Tilaaja toimittaa lähtötiedot pysäkkikohtaisesti tehontarpeista.

#### *Kommentti 1*

Kuidun kytkentä ja reititys esitetään tietoliikenneverkon suunnitelmissa.

### **Vaatus 3**

Pysäkeillä on oltava kuulutuslaitemahdollisuus.

## 18.3. Maksujärjestelmä

### **Vaatus 1**

Raitiotien maksujärjestelmä on osa Tampereen joukkoliikenteen maksujärjestelmää.

#### *Kommentti 1*

Raitiovaunujen kuljettajat eivät myy lippuja.

#### *Kommentti 2*

Raitiovaunun tietoliikenneyhteyksien määrittelyssä tulee huomioida maksujärjestelmän tarpeet.

#### *Kommentti 3*

Pysäkeille tulee varata sähkönsyöttö ja tietoliikenneyhteys maksujärjestelmää varten. Yhteys ja sähkövaraus on yhteinen informaatiojärjestelmävarauksen kanssa.

## 19. YLEISET VALVONTAJÄRJESTELMÄT

### 19.1. Kamerajärjestelmä

#### **Vaatus 1**

Kamerajärjestelmä määritetään ensisijaisesti raitiotieinfran liikenteenhoidon tarpeisiin.

#### *Kommentti 1*

Poliisin tarpeet katutilan valvontaan määritellään yleisten alueiden kameravalvonnan määrittelyssä.

#### *Kommentti 2*

Kamerajärjestelmän keskuslaitteet voivat olla yhteisiä Tampereen kaupungin omistaman ja hallinnoiman järjestelmän kanssa.

#### *Kommentti 3*

Kameravalvontajärjestelmä tulee voida liittää muihin olemassa oleviin kameravalvontajärjestelmiin pää- tai alijärjestelmänä.

#### *Kommentti 4*

Kamerajärjestelmien määrittelyssä on huomioitava kaluston kamerajärjestelmät reaaliaikaisessa valvonnassa ja tallennuksessa.

#### *Kommentti 5*

Kamerajärjestelmän määrittelyssä huomioitava varikon ja siellä toimivan operaattorin tarpeet.

#### *Kommentti 6*

Raitiotiejärjestelmän kameroiden sijoitus suunnitellaan palvelemaan raitiotien operoinnin ja käytön tarpeita.

#### **Vaatus 2**

Raitiotien tietoliikenneverkon fyysisiin yhteyksiin varataan kapasiteettia yleiseen kameravalvontaan tai muuhun Tampereen kaupungin tarvitsemaan suurta tiedonsiirtokapasiteettia vaativaan tietoliikenteeseen.

#### **Vaatus 3**

Kameravalvonta tulee tarvittaessa voitava laajentaa valvomaan raitiotien toiminnan kannalta kriittisiä kohteita kuten sähkönsyöttöasemia.

#### **Vaatus 4**

Kameravalvontakuvat tulee tallentaa.

#### **Vaatus 5**

Kameravalvontaa tulee voida seurata tarvittavissa pisteissä tai tarvittaessa liikkuvista työpisteistä.

#### **Vaatus 6**

Varikon piha-alueet ja rakennusten sisätilat varustetaan tallentavalla IP-kameravalvontajärjestelmällä.

#### *Kommentti 1*

Valvonta-alueiden tulee kattaa alueen yleisvalvonnan, porttiympäristöt, ajoneuvoreitit,

lastausalueet, kaikki raiteistetut ovet, sähkönsyöttöaseman, rakennusten ulkokuori piha-alueen aitauksen puolelta sekä henkilöiden pääsääntöiset sisäänkäynnit korjaamo- ja säilytysshalleissa.

**Vaatus 7**

Sisätilojen valvonta-alueiden tulee kattaa työturvallisuuden kannalta tarpeelliset valvonta-alueet, sisäänkäynnit, toiminnan kannalta kriittiset tilat ja yleisvalvonnan.

**Vaatus 8**

Tallentavaa kameravalvontaa koskevat lakisäädökset on huomioitava.

**19.2. Kulunvalvonta- ja murtoilmaisujärjestelmä****Vaatus 1**

Varikon alueen ulkorajojen portit ja rakennusten ulkokuorien sisäänkäynnit varustetaan kuorisuojausperiaattein, jolloin kulkuaukot ovat lukittuja ja kulunvalvottuja sekä niistä saadaan tilatiedot reaaliaikaisesti.

**Vaatus 2**

Rakennusten sisällä toiminnan kannalta kriittiset tilat suojataan tarkoituksenmukaisia järjestelmiä hyödyntäen.



## 20. LIIKENNEVALOJÄRJESTELMÄT

### **Vaatus 1**

Raitiotieristeysten varustaminen liikennevaloilla määritetään tapauskohtaisesti

#### *Kommentti 1*

Tarpeen mukaan voidaan käyttää epätäydellistä liikennevalo-ohjausta, esimerkiksi raitiovaunuvaloja tai varoitusvaloja.

### **Vaatus 2**

Liikennevaloissa ja raitiovaunuvaloissa käytetään Suomen tieliikennelain mukaisia opasteita.

### **Vaatus 3**

Raitiotien liikennevalo-opasteiden yhteyteen tulee etuusopastin, joka osoittaa kuljettajalle, että etuuden asettamien on käynnistynyt.

#### *Kommentti 1*

Vaunun lähestymisnopeuden tai muiden olosuhteiden niin vaatiessa voidaan käyttää erillistä esiopastinta, jolla kuljettajalle välitetään tieto etuuden asettumisen käynnistymisestä.

### **Vaatus 4**

Tampereen raitiotiellä on liikennevaloetusjärjestelmä, jonka tarkoitus on järjestää raitiovaunulle esteetön kulku pysäkkien välillä.

#### *Kommentti 1*

Hälytysajoneuvot priorisoidaan raitiotieliikenteen edelle, jos ne varaavat risteyksen ennen raitiovaunua. Jos raitiovaunulle on annettu etuus, prioriteettia ei enää muuteta.

#### *Kommentti 2*

Hälytysajoneuvojen prioriteettipyynnöjä aikaistetaan tarvittaessa

### **Vaatus 5**

Kaikki auto- ja raitiotieliikenteen risteykset, joissa on liikennevalot, varustetaan liikennevalojen etuus- ja kauko-ohjausjärjestelmällä.

### **Vaatus 6**

Uudet liikennevaloristeykset liitetään Tampereen kaupungin liikennevalojen keskusjärjestelmään.

#### *Kommentti 1*

Lähtökohtaisesti liikennevalojen muutokset toteutetaan olemassa oleviin järjestelmiin.

#### *Kommentti 2*

Liikennevalojärjestelmällä ja raitiotieliikenteen ohjausjärjestelmällä on rajapinta, jonka vikatapauksien toiminta määritetään toiminnallisen riskianalyysin avulla.

### **Vaatus 7**

Risteyskohtaisesti raitiovaunun liikennevaloetuisuus varmistetaan keskusjärjestelmästä riippumattomasti.

#### *Kommentti 1*

Rataan suunnitellaan vaunun tunnistuspisteet (silmukat), joilla ohjauskojeelle välitetään tieto risteystä lähestyvistä vaunuista ja siitä, kun vaunu on ylittänyt

risteyksen.

*Kommentti 2*

Lähekkäin olevissa risteyksissä voidaan käyttää samaa silmukkaa, jolloin pyynnön saanut koje välittää pyynnön vaunun kulkusuunnassa seuraavalle kojeelle.

*Kommentti 3*

Pysäkkien läheisyydessä oleville risteyksille voidaan tarpeen mukaan suunnitella tiedonsiirtosilmukat, joiden kohdalla kuljettaja voi tilata etuuden vaunun käyttöliittymästä.

*Kommentti 4*

Ilmaisinta ei saa sijoittaa sille alueelle mihin ratikka pysähtyy. Ilmaisimen etureuna on noin 3 metrin päässä kuvitteellisesti pysäytysviivasta.

## 21. TEKNISET RAKENNUKSET JA MUUT TILAT

### **Vaatus 1**

Teknisten tilojen suunnittelussa ja sijoituksessa on otettava huomioon rakennusten sopiminen valittuun ympäristöön, huoltotieyhteydet ja alueen tuleva maankäyttö.

#### *Kommentti 1*

Teknisen rakennuksen ympäristö kulku- ja pysäköintialueineen maisemoidaan.

### **Vaatus 2**

Tekniset tilat lukitaan raitiotiejärjestelmän avainsarjalla.

#### *Kommentti 1*

Yksittäisen järjestelmien laitekaappeihin oma sarja.

#### *Kommentti 2*

Tietoliikenne ja muut tietoturvaa vaativat tilat omaan sarjaan.

### **Vaatus 3**

Vahvavirtatilat lukitaan omalla sarjalla (syöttöasemat, muuntamot).

## 22. KATUMILJÖÖ JA VIHERRAKENTEET

### 22.1. Katumiljö

#### **Vaatus 1**

Suunnittelun lähtökohtana on yleissuunnitelmissa ja yleissuunnitelmien tarkennuksissa esitetyt ratkaisut ja Tampereen raitiotien katutilaohje soveltuvin osin

#### *Kommentti 1*

Tampereen raitiotien katutilaohjeessa esitetyt ratkaisut, ohjeet ja materiaalivalinnat tarkentuvat suunnittelun edetessä ja sitä käytetään tavoitteellisena ohjeena.

#### **Vaatus 2**

Suunnittelussa huomioidaan eri alueille ominaiset ympäristö-, kulttuuri- ja luontoarvot.

#### **Vaatus 3**

Materiaalivalinnoissa huomioitava kunnossapidettävyyden raitiotieliikennettä häiritsemättä ja vaaraa aiheuttamatta huomioiden kustannukset.

#### *Kommentti 1*

Työjäljen on oltava laadukasta, joka vähentää tarvetta pinnoitteisiin, kuorrutuksiin ja maskeihin.

#### *Kommentti 2*

Teräspontin ja betonimuurin yhtymäkohtiin panostetaan.

#### **Vaatus 4**

Suojaus graffitteja vastaan tulee tehdä urittamalla betonipinnat ja verkottamalla (kolmilankaverkolla) teräsponttipinnat.

#### *Kommentti 1*

Teräsponttiseinä voidaan käyttää pinnoitettua anti-graffitti-käsittelyllä, josta saadaan samalla tasalaatuinen ilman maalausta. Jos tämä todetaan riittämättömäksi, niin maalataan ruosteenvärillä.

#### **Vaatus 6**

Pylväistön (sähköratapylväät, valaisinpylväät yms.) värityksen on oltava neutraali, yhtenäinen ja yksivärinen.

### 22.2. Viherrakentaminen

#### **Vaatus 1**

Niittyjä tulee käytettäväksi esim. ratapenkereissä, luiskissa ja tukimuurien tai -seinien päälle jäävissä osissa. Risteysalueilla, joissa kasvusto on pidettävä matalana, käytetään kuitenkin nurmetusta (A3).

#### *Kommentti 1*

Niittyä voidaan rakentaa myös puuistutusten alle (suojaistutukset). Niitty- tai nurmialueille istutettavien puuryhmien alustat katetaan yhtenäisellä puistokatteella, puiden etäisyyden ollessa 3 m tai vähemmän. Tätä harvemmassa olevien puiden tyvet katetaan 1 m säteellä rungosta.

#### *Kommentti 2*

Luiskaniityt, samoin kuin tukimuurien päälle jäävät niityiksi rakennettavat pinnat rakennetaan ensisijaisesti ns. ”köyhiksi” niityiksi, kasvualustavahvuus 50 mm.

*Kommentti 3*

Tarvittavat pohjamaan täytöt / tasaukset tehdään paikalta saatavalla maa-aineksella, joka ei saa olla liian karkeaa (karkea moreeni) eikä saa mainittavasti sisältää murskattuja maa-aineita tai rakennusjätettä.

**Vaatus 2**

Reheville alueille tulevien ratapenkereiden ja luiskien kohdalla kyseeseen voi tulla nurmetus (jos luiskakaltevuus 1:3 tai loivempi).

*Kommentti 1*

Nurmetettavat kohdat tehdään niittynurmena luokan A3 mukaisesti. Niityt (muut kuin maisemaniityt) tehdään ohuella 5 cm kasvualustakerroksella.

**Vaatus 3**

Kuntaa tulee mahdollisesti käytettäväksi tukiseinän tai -muurin päällä pienillä aloilla (< 250 m<sup>2</sup>/tukiseinä) metsäisillä paikoilla.

*Kommentti 1*

Kuntan sijaan pienillä metsään rautuvilla aloilla voidaan alueen pinta tasoittaa metsänpohjasta saatavalla perus- ja pintamaalla. Alueille ei kylvetä nurmikonsiementä, luonnon annetaan hoitaa kasvipeitteisyys.

*Kommentti 2*

Kuntaa käytetään alueilla, joissa kevyt liikenne kulkee tukiseinän vierestä ja sen takainen luiska jää näkyviin.

*Kommentti 3*

Kuntaa voidaan levittää suoraan tasatun metsänpohjamaan päälle.

*Kommentti 4*

Jos tarvitaan tasauksia, voidaan käyttää seulomatonta hienoa hiekkaa, ellei paikalta talteen otettuja pintamaita ole riittävästi. Liian ravinteikasta tasausmateriaalia ei saa käyttää. Ohjeellisenä voidaan käyttää InfraRylin perusmaalle asetettuja laatuvaatimuksia.

**Vaatus 4**

Viherpinnoitteita / perennamattoa voidaan käyttää luiskissa, joissa vaaditaan erityistä laatutasoa, tai pieninä aloina esim. viherradan luiskissa niitä voidaan yhdistellä puu- ja/tai pensasistutusten kanssa.

**Vaatus 5**

mahdollisissa metsityksissä käytetään metsitystaimia kohteen mukaan.

*Kommentti 1*

Puulajit, taimikoot ja istutustiheydet tarkennetaan kohteen mukaan.

**Vaatus 6**

Viherrakenteiden ja kasvillisuustöiden suunnittelussa käytetään alla olevan taulukon mukaisia mitoituksia.

<b>Katupuun kasvualustan tilavuus</b>	Minimitilavuus (m <sup>3</sup> )	Huom
Kantava kasvualusta, suuri- tai keskikokoinen puulaji	25,0	esim. lehmus, koivu, pihlaja, rusokirsikka
Kantava kasvualusta, pikkupuut	15,0	esim. rungollinen syreeni, tuomipihlaja
Tavanomainen kasvualusta	7,2	
<b>Katupuun kasvualustakaistan mitoitus</b>	Mitoitus (m)	
Yhtenäinen pituussuuntainen kaista, leveys	3,0	sama mitta kantavalla ja
Yhtenäinen pituussuuntainen kaista, syvyys	1,0	tavanomaisella kasvualustalla
<b>Katupuiden välinen etäisyys</b>	Istutusetäisyys (m)	
Suurikokoinen puulaji (latvus)	10 (8-14)	esim. lehmus, tammi, jalava
Keskikokoinen puulaji	7 (6-12)	
Pikkupuut	5 (5-8)	esim. rungollinen syreeni, tuomipihlaja
Pylväsmallinen puulaji	>3	
<b>Pensasryhmät katualueilla</b>	Vähimmäisleveys	
Pensaskaistan leveys ajoratojen välissä	2,0	
Pensaskaistan leveys ajoradan ja jk:n tai pp:n välissä	2,0	
<b>Nurmikot / maanpeitekasvit katualueilla</b>	Vähimmäisleveys	
Nurmikon / maanpeitekasvuston leveys	(1,2) 2,0	ohjeellinen 2 m (1,2 m ajoleikkurin leveys)
Nurmikon / maanpeitekasvuston leveys jos esteitä (pylväät tms)	(2,6) 3,0	ohjeellinen 3 m
<b>Viheralueiden kaltevuudet</b>	Vähimmäissuhde	
Pensasluiska	1 : 2,5	
Nurmi- tai niittyluiska	1 : 3	

### 22.3. Aitaus ja pysäkkikaiteet

#### Vaatus 1

Raitiotien aitauksessa huomioidaan RATOn ja ohje B14 "Asema-alueiden aidat" soveltuvin osin.

#### Vaatus 2

Aidan minimietäisyys linjalla raiteen keskilinjasta on 2,3 metriä.

#### Kommentti 1

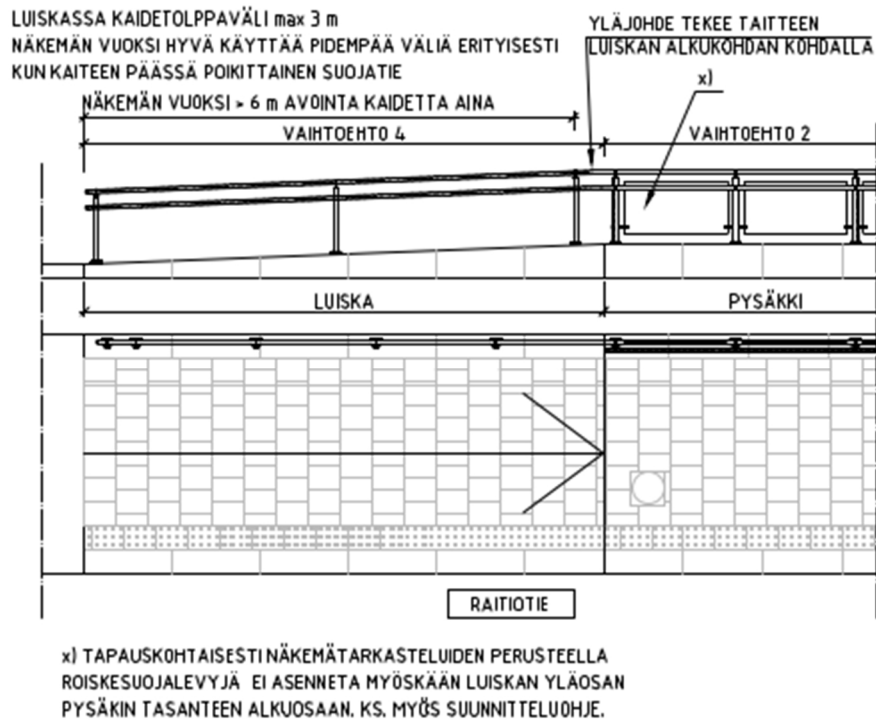
Raitiotien aitaustarve ja laatutaso hankeosittain tarkentuu suunnittelun edetessä.

#### Vaatus 3

Pysäkkikaiteet on suunniteltava esteettömyysohjeen mukaan.

#### Vaatus 4

Pysäkkikaiteiden päihin tehdään näkemätarkastelut aina turvallisuuden varmistamiseksi. Oheisessa kuvassa on esitetty noudatettavia periaatteita. Pysäkkikaiteiden päissä on käytettävä aina vähintään 6 m:n pituudelta avointa kaksiputkijohdekaidetta. Luiskan kohdalla kaiteen pylväsväliä harvennetaan paremman näkyvyyden saavuttamiseksi. Näkemätarkasteluiden perusteella avointa kaideosuutta on pidennettävä turvallisuuden edellyttämältä pituudelta.



**Vaatus 5**

Pysäkkikaiteen korkeus on 900 mm

**Vaatus 6**

Pysäkkikaiteen johteiden päät ovat oltava tylppiä tai pyöristettyjä

**Vaatus 7**

Pysäkkikaiteen on kestettävä kaidejohteisiin kohdistuvaa 1 kN/m vaakasuuntaisa kuormaa ja 1 kN pistekuormaa.

**Vaatus 8**

Pysäkkikaide on perustettava reunakiveen tai sille on tehtävä muu rasitukset kestävä perustus.

**22.4. Kiveykset**

**Vaatus 1**

Pysäkeistä laaditaan pysäkkikohtaiset ladontapiirustukset, ja pysäkkien paasikivistä mitoitettut piirustukset. Kiveykset laaditaan soveltaen pysäkkien ja saarekkeiden tyyppi piirustusten 18.20/16817/1R-7R ratkaisuja.

**Vaatus 2**

Kiveyksille tulevien pyöreiden läpivientien (esim. pysäkeillä valaisin- tai yhteiskäyttöpylväät) jalustan ympärille suunnitellaan jalustaa ympäröivä kiveys.

**Vaatus 3**

Pysäkeillä, joiden takana on kevyen liikenteen väylä, tulee kevyen liikenteen asfalttiin tehdä harmaasta kivistä huomioraita, joilla pyörällijät ohjataan kauemmas laiturin reunakivestä.

**Vaatus 4**

Pysäkkien paasikivet tehdään puskusaumalla, paitsi kohdissa, joiden saumat eivät ole suorakulmaisia. Näihin jätetään 10 mm saumavara.

**Vaatus 4**

Pysäkkien paasikivet kiinnitetään kiintoraidelaataan neljällä RST-kierretangolla (16 mm), joten kiintoraidelaatan tulee ulottua vähintään paasikiven ulkoreunaan asti.

**Vaatus 5**

Betonikivet ladotaan jalankulkijan kulkusuuntaan nähden poikittain.

*Kommentti 1*

Kiveysten reunoihin ladotaan yksi ehjä pituussuuntainen kivirivi.

*Kommentti 2*

Pysäkkisaarekkeilla betonikivien ladonta aloitetaan esteettömyysvaatimusten mukaisesta huomioraidasta.

**Vaatus 6**

Nurmiraadan ja asfalttipintaisen ajoradan välille rakennettavien kasvipeitteisten hulevesipainanteiden ajoradan puoleiseen reunaan asennetaan kourulaatat, jotta kiintoaines voidaan kerätä harjalaitteella pois ennen sen kulkeutumista istutusten sekaan.

*Kommentti 1*

Jos kourulaatan käyttö ei jostain syystä ole mahdollista, on kiintoaineen poisto mahdollistettava muulla tavalla.



## 23. YMPÄRISTÖ

### 23.1. Yleistä

#### **Vaatus 1**

Suunnittelussa huomioidaan Radanpidon ympäristöohje (Liikenneviraston ohje 22/2013) sekä muut Liikenneviraston ja muiden viranomaisten ympäristöohjeet soveltuvin osin.

#### **Vaatus 2**

Meluntorjunnan tarve tarkennetaan aiempien suunnitelmien ja tutkimusten sekä suositusten pohjalta.

#### *Kommentti 1*

Ulkomelulähteiden aiheuttamaa melua verrataan *VNp 993/92* mukaisiin melun ohjearvoihin. Sisämelun osalta huomioidaan asumisterveysasetus *545/2015*.

#### *Kommentti 2*

Raitiotieliikenteen melu arvioidaan erillisenä melulähteenä Ympäristöministeriön ohjeistuksen (20/2007) mukaisesti. Tarvittaessa hyödynnetään vertailuaineistona olemassa olevia meluselvityksiä raitiotien linjauksen alueelta.

#### *Kommentti 3*

Raitiotien melulaskennan melulähde tarkentuu käytettävän kaluston varmistuttua. Alustavana emissiolähteenä käytetään VDV 154 standardin mukaisia suositusarvoja ottaen huomioon takuehdot, BAT sekä arvoja kirjallisuudesta (mm. mittaukset). Emissiolähde skaalataan nopeusalueiden mukaan tietyille taajuusjakaumalle. Risteyalueet ja sillat otetaan laskennassa huomioon korjauksella +3 dB. Kaarrekirskunta-alueet mallinnetaan valituilla riskialueilla erikseen alustavana laskelmana.

#### **Vaatus 3**

Raitiotien linjauksen alueella kaivutöiden yhteydessä maasta kaivettavat haitta-ainepitoiset ja/tai jätteelliset maamassat toimitetaan luvanvaraiseen vastaanottoaikaan. Ne poistetaan vain rakentamisen edellyttämään tasoon, jos viranomaisen ei muuta edellytä. Raitiotien linjauksen alueelta kaivettujen mahdollisesti pilaantuneiden maamassojen käsittely ja hyödyntäminen suunnitellaan ja luvitetaan yhteistyössä ympäristöviranomaisten kanssa.

#### **Vaatus 4**

Raitiotien penkereiden eroosiosuojauksen tarve tarkentuu suunnittelun edetessä.

#### **Vaatus 5**

Käytettävien aineiden ja materiaalien soveltuvuus ympäristöön sekä uusiokäyttö- tai loppusijoitusmahdollisuudet selvitetään tarvittaessa suunnittelun edetessä. Tarvittaessa tehdään rekisteröinti-ilmoitukset jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VnA 843/2017) tai ympäristölupahakemukset.

#### **Vaatus 6**

Arvokkaat luontokohteet ja suojellut lajit otetaan suunnittelussa huomioon siten, että niihin ei kohdistu suoria tai epäsuoria haitallisia vaikutuksia tai vaikutukset ovat mahdollisimman vähäisiä ja niitä pyritään lieventämään.

#### *Kommentti 1*

Suojellut lajit on otettu suunnitteluvaiheessa huomioon.

## 23.2. Runkomelu ja tärinä

### **Vaatus 1**

Raitiotieliikenteen aiheuttama runkomelutaso asuinhuoneistoissa ei saa ylittää 35 dB.

### **Vaatus 2**

Raitiotieliikenteen tärinästä aiheutuva värähtely asuinhuoneistossa ei saa ylittää arvoa ( $v_{w,95}$ ) 0,15 mm/s. Vaatus on kova, mutta osin perusteltu ja mahdollista saavuttaa. Tämän vuoksi välipohjien värähtelyn huomioon ottaminen on erittäin tärkeää.

#### *Kommentti 1*

Raitiotiejärjestelmän runkomelua ja tärinää hallitaan kiskonkiinnityksessä käytettävillä ratkaisuille ja materiaaleilla.

#### *Kommentti 2*

Raitiotieliikenteestä mahdollisesti aiheutuvaa runkomelua arvioidaan olemassa olevien suosituksen mukaisesti (Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, 2009. VTT 2468).

#### *Kommentti 3*

Raitiotieliikenteestä mahdollisesti aiheutuvaa tärinää arvioidaan olemassa olevien suositusten mukaisesti (Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta, VTT:n tiedotteita 2278, 2004).

#### *Kommentti 4*

Riskialueet rajataan suunnittelun edetessä tarkentuneiden maakamaratietojen ja kalustotiedon perusteella.

#### *Kommentti 5*

Olemassa olevien rakennusten perustustavat kartoitetaan Tampereen kaupungin rakennusvalvonnan aineistojen perusteella.

#### *Kommentti 6*

Suunnittelussa kartoitetaan häiriöalttiit toiminnot ja tarvittaessa myös häiriöherkät laitteet.

#### *Kommentti 7*

Tehdyssä tärinä- ja runkomeluselityksessä on määritetty runkomelun ja tärinän hallintatoimenpiteitä. Epävarmuutta jää kuitenkin jonkin verran, koska kaluston aiheuttamista herätteistä ei tiedetä riittävästi.

#### *Kommentti 8*

Alle 50 metrin päähän raitiotiestä kaavoitetuissa asuinrakennuksissa välipohjat suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niiden ominaistajuudet eivät ole samalla värähtelytaajuudella raitiotiestä aiheutuvan tärinän kanssa. Raitiotiestä aiheutuvan värähtelyn taajuusalueet täytyy selvittää TAS1-vaiheen koeajojen (väli Hervanta - Hakametsä) yhteydessä tehtävillä tärinämittauksilla.

## 23.3. Pohjavesialueet

### **Vaatus 1**

Suunnittelualueelle sijoittuvien luokiteltujen pohjavesialueiden sijainnit selvitetään ja arvioidaan mahdolliset vaikutukset pohjaveden pinnan tasoon sekä pohjaveden

laatuun.

*Kommentti 1*

Mahdollisista pohjavesivaikutuksista neuvotellaan ympäristöviranomaisten kanssa.

*Kommentti 2*

Tarvittaessa suunnitellaan pohjaveden suojaustoimenpiteet.

*Kommentti 3*

Pohjavesille on laadittu tarkkailuohjelma, niiden pinnantasoja tarkkaillaan säännöllisesti.

**Vaatus 2**

Rakennekerroksissa ym. käytettävän soran, louheen ja muiden maa-aineksien laatu selvitetään pohjavesialueilla.

*Kommentti 1*

Tampere kuuluu arseeniriskialueeseen, eli kallioperässä on kivilajeja, jotka saattavat sisältää arseenia yli kynnysarvon. Luokitellulla pohjavesialueella tällaisia arseenipitoisia kivilajeja ei saa käyttää rakentamiseen.

## 24. TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT

### **Vaatus 1**

Kaikista toteutettavista tilapäisistä liikennejärjestelyistä laaditaan suunnitelmat (liikennejärjestelysuunnitelma tai pienistä muutoksista vähintään kirjallinen selvitys)

Työnaikaiset liikennejärjestelyt suunnitellaan seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- Liikennevirasto (2017): Liikenne tietyömaalla - Tienrakennustyömaat LO28/2017, 20.12.2017
- Liikennevirasto (2018): Sulku- ja varoituslaitteet - Laatuvaatimukset ja käyttö - Toteuttamisvaiheen ohjaus LO2/2018
- Suomen kuntatekniikan yhdistys (2013): Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla
- Kuntaliitto (2012): Liikennemerkkien käyttö kaduilla
- Tampereen kaupungin katutilavalvonnan ohje ”TYÖT KADULLA TAI MUULLA YLEISELLÄ ALUEELLA MÄÄRÄYKSET JA OHJEET 1.6.2020”
- SuRaKu-projekti (2008): Esteettömän ympäristön suunnitteluohjekortti (tilapäiset liikennejärjestelyt)

#### *Kommentti 1*

SuRaKu-ohje (2008) esteettömyydestä on otettava huomioon työnaikaisia liikennejärjestelyjä suunniteltaessa.

#### *Kommentti 2*

Pelastuslaitoksen ja Tampereen kaupungin joukkoliikenteen tarpeet ja reunaehdot on selvitettävä toteutusvaiheessa.

#### *Kommentti 3*

Erikoiskuljetusreitit on toteutusvaiheessa selvitettävä ja mahdolliset muutokset ilmoitettava Pirkanmaan ELY-keskukselle.

### **Vaatus 2**

Autoliikenteelle merkittävät työnaikaiset liikennejärjestelyt on simuloitava, jotta voidaan varmistaa liikenteen sujuvuus myös työn aikana.

#### *Kommentti 1*

Tampereen kaupungilta saatavat ajoneuvoliikenteen liikennemäärät otettava huomioon suunnitelmia tehtäessä.

#### *Kommentti 2*

Tampereen kaupungin jalankulun ja pyöräliikenteen väylät otettava huomioon työnaikaisissa liikennejärjestelyissä.