

Vaihteen asennussuunnitelma

Länsimetron päällysrakenneurakka

Henrik Väisänen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Rakennusmestari (AMK)

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Rakennusmestari (AMK)

HENRIK VÄISÄNEN:
Vaihteen asennussuunnitelma
Länsimetron päällysrakenneurakka

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 11 sivua
Toukokuu 2020

Vaihteet koostuvat elementeistä. Vaihteet useimmiten rakennetaan elementti kerrallaan, ja vaihteiden rakentaminen on tarkkaa työtä. Vaihde-elementti käsittää mm. kiskot, kiinnikkeet, ratapölkkyt ja vaihteenkääntölaitteet. Vaihteet ovat yksi raideliikenteen kriittisimpiä osia. Vaihteet mahdollistavat raideliikenteen kätevän liikkumisen raiteelta toiselle.

Rakentamista ohjaavat ja määräävät erilaiset määräykset ja lainsäädäntö. Vaihteen asennuksen onnistumisen yhtenä lähtökohtana on hyvin tehty suunnittelu-työ. Suunnitteluun ja turvallisen työskentelyn varmistamiseen tulee panostaa paljon, jotta raskaita, painavia elementtejä voidaan asentaa turvallisesti.

Vaihteen asennustyöstä laaditaan aina kirjallinen asennussuunnitelma. Asennussuunnitelma pitää olla hyväksyttyä urakoitsijan toimesta tilaajalla ennen töiden aloitusta. Lisäksi urakan päätoteuttajan on varmistettava, että asennustyötä varten laaditaan asennussuunnitelma ja asennustyö suoritetaan suunnitellulla tavalla. Asennussuunnitelman tulee myös löytyä kirjallisena työmaalta.

Vaihteen asennussuunnittelussa on tärkeä huomioida turvallisuuden kannalta tärkeitä asioita, kuten se, missä nostetaan ja millä nostetaan. Lisäksi tiedot minikälaisia elementtejä nostetaan, kuinka painavia vaikuttavat turvallisuuteen merkittävästi. Kiinteä osa työturvallisuutta ja myöhemmin vaihteiden käyttöturvallisuutta on myös dokumentaatio erityövaiheista ja mittaustuloksista.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena ja tarkoituksena oli tuottaa Länsimetron toisen vaiheen päällysrakenneurakkaan vaihteen asennussuunnitelma. Tämä opinnäytetyö on koostettu pääsääntöisesti väylävirastonohjeista ja valtioneuvoston asetuksista. Opinnäytetyötä koostaessani havaitsin väyläviraston ohjeistuksen ilmeisen päivittämisen ja yhtenäistämisen tarpeen, sillä osa ohjeistuksista on jo parikymmentä vuotta vanhoja ja ohjeet ovat osin päällekkäisiä. Vaihteen asennussuunnitelma jää työn tilaajan käyttöön, eikä sitä julkaista tämän työn mukana.

Asiasanat: vaihde, vaihde-elementti, lainsäädäntö, työturvallisuus, asennussuunnitelma.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management
Bachelor of Construction Site Management

VÄISÄNEN, HENRIK
Rail Turnout Installation Plan for
Länsimetro Superstructure Contract

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 11 pages
May 2020

Rail turnout consist of elements. Rail turnout are usually built element by element. Installing a rail turnout is exact work. Rail switch includes of rails, fastenings, sleepers and switch rollers. The rail turnouts are one of the most critical parts of railways. The rail turnouts allow rail traffic to move conveniently from one track to another.

Legislation and various provisions are controlling and ordering building works. One of the starting points for the successful installation for rail turnout is a well-done design work. A lot of effort must be put into planning and ensuring safe work so that heavy elements can be installed safely.

For switch change a literary installation plan is always needed. Installation plan must be admitted before start of work. The project supervisor must also be sure that installation plan is made literally and the final installation is done how it is written in installation plan. Installation plan must also be found literally at the building site.

When planning the rail turnout installation, it is important to take into account safety-relevant issues, such as where and what to lift. Also what kind of elements are raised and how heavy they are will affect safely working much. An integral part of occupational safety and later rail turnout safety is also the documentation of special stages and measurement results.

The aim purpose of this thesis was to produce an installation plan for rail turnout change to Länsimetro second superstructure contract. This thesis is mainly been compound from the guidelines of the Finnish Transport Infrastructure Agency and the regulations on the regulations of the Council of State. When compiling the thesis I noticed the instructions from the fairway agency needs to be updated and harmonize as some of the guidelines are already twenty years old and the guidelines overlap. The rail turnout installation plan will remain to the subscriber and will not be published with this work.

Key words: Rail turnout, switchelement, legislation, safety, installation plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VAIHDE-ELEMENTIT	7
	2.1 Vaihdetyypit.....	7
	2.1.1 Yksinkertaiset vaihteet.....	7
	2.1.2 Raideristeykset.....	8
	2.2 Vaihteiden merkintä	9
	2.3 Vaihteen rakenne	10
	2.3.1 Ratapölkkyt.....	11
	2.3.2 Kiskot.....	12
	2.3.3 Kiinnitykset	13
	2.3.4 Vaihteenkääntölaite	13
3	LAINSÄÄDÄNTÖ ELEMENTTIRAKENTAMISESSA	15
	3.1 Työmaatarkastukset ja perehdytykset.....	15
	3.2 Elementtien siirrot kuljetusvälineestä	16
	3.3 Elementtien nostot ja asennustyöt	17
4	VAIHTEEN ASENNUSSUUNNITELMA	18
	4.1 Kohdetiedot.....	19
	4.2 Nostovälineet	20
	4.3 Vaihde-elementit ja nostettava taakka	20
	4.4 Asentamisjärjestys	21
	4.5 Työmaatiet, vastaanotto ja välivarastointi.....	22
	4.6 Toleranssit ja seurantamittaukset.....	23
	4.7 Asennuksenaikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat	24
	4.8 Elementtien lopulliset kiinnitykset.....	24
	4.9 Nostotyöt ratajohdon alla tai läheisyydessä	25
	4.10 Työturvallisuus.....	25
	4.11 Asennussuunnitelman liitteet	27
5	POHDINTA	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET.....	30
	Liite 1. Vaihteen asennussuunnitelma	30

LYHENTEET

YV	Yksinkertainen vaihde
KV	Kaksoisvaihde
YRV	Yksipuolinen risteysvaihde
KRV	Kaksipuolinen risteysvaihde
RR	Raideristeys
RATO	Ratatekniset ohjeet
SRR	Sovitettu raideristeys
ks	Kielisovituselementti
vk	Välikiskoelementti
rist	Ristikkoelementti

TERMIT

MVR-mittari	Maa- ja vesirakennustyömaan työturvallisuuden arviointimenetelmä
Nostosuunnitelma	Kaikista nostotöistä laadittava kirjallinen suunnitelma, jossa tulee ilmetä mm. nostokalusto, nostojärjestys, nostokohdat ja varakalusto.
TLT-suunnitelma	Työvaiheen Työ- ja laatusuunnitelma
Tukemiskone	Kone, joka varmistaa ja mittaa radan geometrian ja kantavuuden.

1 JOHDANTO

Vaihde koostuu eri elementeistä. Vaihde itsessään on raideliikenteen tärkeimpiä elementtejä. Vaihteet mahdollistavat raideliikenteen siirtymisen raiteelta toiselle. Vaihteita Suomen rataverkolla, metroverkolla ja rautatieosuuksilla on yhteensä yli 10 000 kpl.

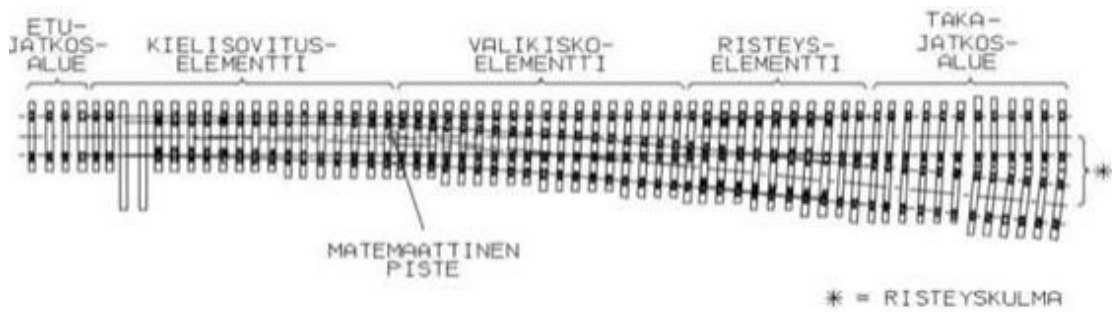
Tässä opinnäytetyössä käsitellään vaihde-elementtiä ja sen osia, elementti rakentamisen lainsäädäntöä sekä vaihteen asennussuunnitelman sisältöä teoria painotteisesti.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Länsimetron rakennusvaihe 2:n päällysrakenneurakkaan vaihteen asennussuunnitelma, jota on tarkoitus käyttää kesällä 2020 alkavassa urakassa. Opinnäytetyön tilaajana toimii GRK Rail Oy, jossa opinnäytetyöntekijä työskentelee kirjoittaessaan tätä opinnäytetyötä.

Opinnäytetyössä käytetään lähteinä Väyläviraston ohjeita ja Valtioneuvoston asetuksia. Itse vaihteiden asennussuunnitelma on salassa pidettävä aineisto, joten sitä ei julkaista tämän opinnäytetyön mukana. Se jää puhtaasti yrityksen käyttöön.

2 VAIHDE-ELEMENTIT

Vaihde-elementit ovat elementtejä, joista raideristeys ja vaihde koostuu. Vaihde-elementtien elementti osia kutsutaan kielisovitus-, välikisko- ja risteuselementiksi (kuva 1). (Ratahallintakeskus 2007, 3).



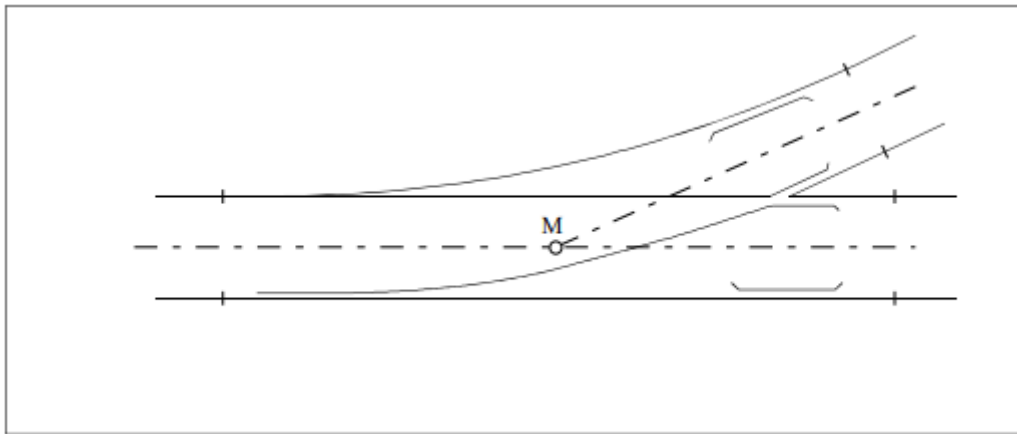
Kuva 1. Vaihteen elementit (Sipiläinen 2015, 4).

2.1 Vaihdetyypit

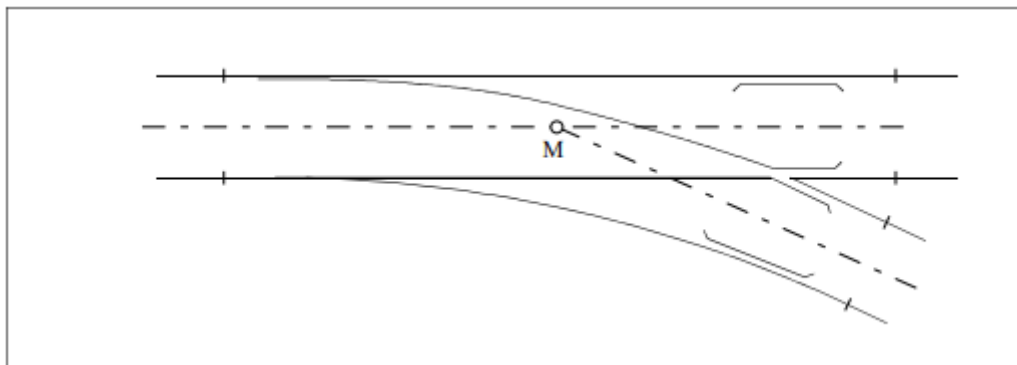
Suomessa rautateillä käytössä on neljä erilaista vaihdetyyppiä: yksinkertaiset vaihteet (YV), kaksoisvaihteet (KV), risteysvaihteet (yksipuoleinen YRV ja kaksipuoleinen KRV) ja raideristeykset (RR). Yksinkertaiset suorat vaihteet ovat tavallisimpia vaihteita. Raideristeykset katsotaan kuuluvan vaihteisiin, vaikka niiden kulkutiet ovatkin kiinteät. Vaihteiden kätisyydet jaetaan oikeakätisiin (O) ja vasenkätisiin (V). (Liikennevirasto 2012, 10). Seuraavassa osioissa keskityn yksinkertaisiin (YV) ja raideristeyksiin (RR), joita tämän työn asennussuunnitelma tulee koskemaan.

2.1.1 Yksinkertaiset vaihteet

Yleisimmin käytössä olevat yksinkertaisissa vaihteissa on suora ja poikkeava raide (kuva 1 ja 2) (Liikennevirasto 2012, 10).



Kuva 1. Vasenkätinen yksinkertainen vaihde (Liikennevirasto 2012, 11).

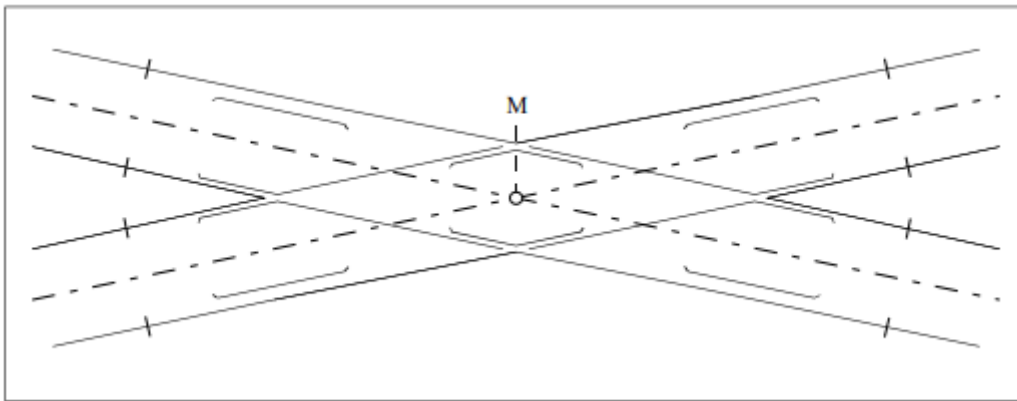


Kuva 2. Oikeakätinen yksinkertainen vaihde (Liikennevirasto 2012, 11).

Erikoismuotoja yksinkertaisissa vaihteissa ovat tasapuoliset- ja kaarrevaihteet. Vaihteet jaetaan risteyskulman ja vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäteen perusteella joko lyhyisiin tai pitkiin vaihteisiin. Lyhyiden vaihteiden poikkeavan raiteen suurin sallittu nopeus on RATO 4:n määrittelemä 40 km/h ja pitkien vaihteiden yli 40 km/h. (Liikennevirasto 2012, 10).

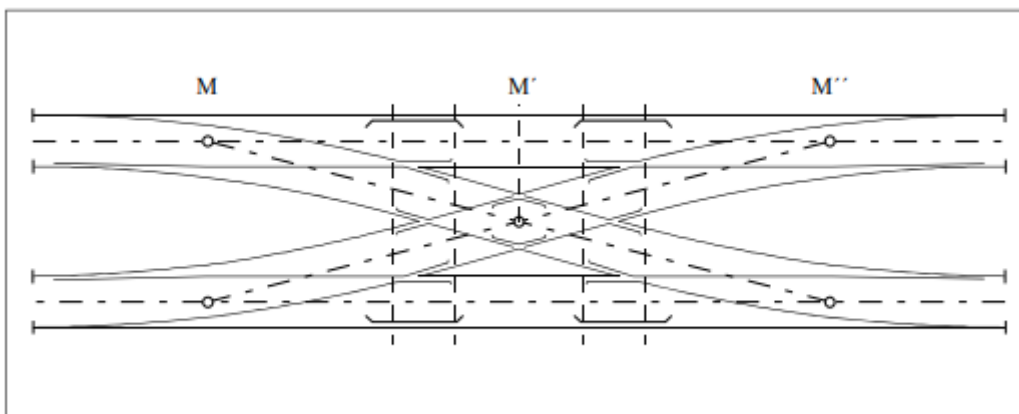
2.1.2 Raideristeykset

Kahden raiteen risteyskohtaa kutsutaan nimellä raideristeys (RR) (kuva 2). Raideristeyksessä on neljä risteystä, joista kaksi on 1-kärkisiä ja kaksi on 2-kärkisiä risteyskohtia. (Liikennevirasto 2012, 14).



Kuva 3. Raideristeys (Liikennevirasto 2012, 14).

Sovitettu raideristeys (SRR) on monien risteysten ja neljän vaihteen muodostama yhdistelmä, joka liittää kaksi vierekkäistä raidetta toisiinsa kahdella toisiaan risteävällä yhteydellä (kuva 3). (Liikennevirasto 2012, 14).



Kuva 4. Sovitettu raideristeys (Liikennevirasto 2012, 14).

2.2 Vaihteiden merkintä

Jokainen vaihdetyyppi on merkitty erikseen, joka muodostuu kuudesta osasta. Vaihteet merkitään seuraavasti NATO 4:n mukaisesti (kuva 5):

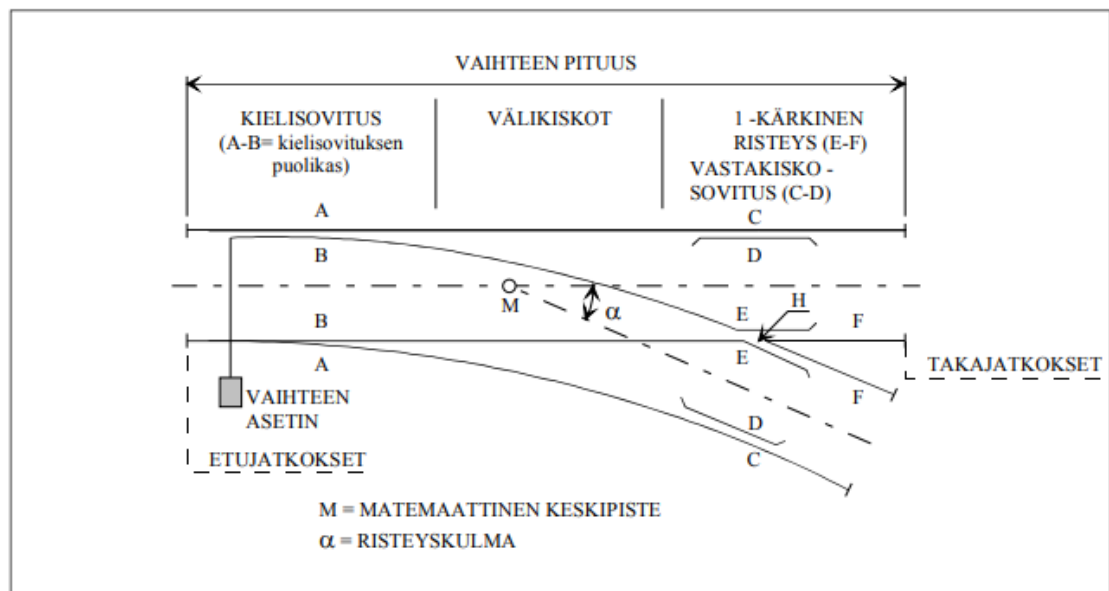
YV54-200N-1:9-O
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
YV60-900P-1:18-V

Kuva 5. Vaihteen merkintä (Liikennevirasto 2012, 15).

- 1= vaihdetyyppi (YV, TYV, KV, YRV, KRV, SKV, UKV, RR, SRR)
 2= kiskopaino
 3= poikkeavan raiteen kaarresäde
 4= raidelevyden levitys tai kiskon lepopinnan kallistus
 - jos vaihdetyypillä on versioita sekä raidelevyden levitykselle että ilman sitä, N-kirjaimella ilmaistaan, ettei vaihteessa ole levitystä
 - jos vaihdetyypillä on versioita sekä kallistamattomalla että kallistetulla kiskon lepopinnalla, P-kirjaimella ilmaistaan, että kisko on kallistamaton
- 5= risteyssuhde
 6= poikkeavan raiteen kätisyys.
 (Liikennevirasto 2012, 15).

2.3 Vaihteen rakenne

Yksinkertaisen vaihteen, joka on Suomessa eniten käytetty vaihdetyyppi, pääosat ovat kielisovitus, vaihteen asetin, välikiskot, 1-kärkinen risteys ja vastakiskosovitukset (kuva 6). (Liikennevirasto 2012, 8).



Kuva 6. Vaihteen pääosat (Liikennevirasto 2012, 8).

Kuvan 6 mukaisesti vaihteen muut osat lueteltuna seuraavasti:

- A= tukikisko
 B= kielet (tukikiskot ja kielet muodostavat yhdessä kielisovituksen)
 C= vastakiskojen tukikiskot

D= vastakiskot (tukikiskot ja vastakisko muodostavat yhdessä vastakiskosovituksen)

E= siipikiskot

F= kärkikiskot

- kärkikiskot muodostavat risteyksen kärkiosasta ja siihen hitsatuista jatkekiskoista

- siipikiskot ja kärkikiskot muodostavat 1-kärkisen risteyksen

M= vaihteen matemaattinen keskipiste (vaihteen risteyskulman mukainen suoran ja poikkeavan raiteen keskilinjan leikkauspiste)

H= risteyksen matemaattinen risteyspiste, risteyksen kulkureunojen leikkauspiste

α = vaihteen risteyskulma, joka ilmoitetaan tavallisesti vaihteen risteysuhteena, esimerkiksi 1:9. (Liikennevirasto 2012, 8).

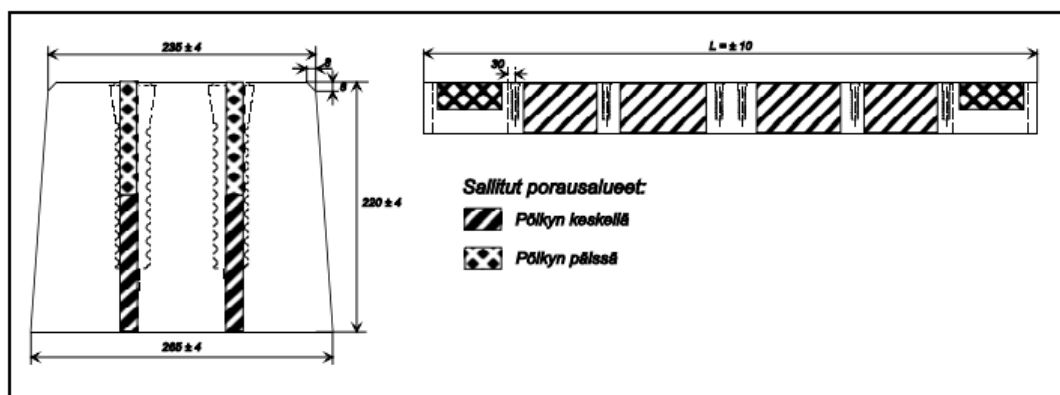
2.3.1 Ratapölkkyt

Suomessa käytössä on lähes yksinomaan betoni- ja mäntypuuratapölkkyjä. Ratapölkkytyyppi määräytyy liikenteen radalle asettamien vaatimusten, kiskonpaimon, radan rakenteen, ratapölkkyjen ominaisuuksien ja teknillistaloudellisten näkökohtien perusteella.

Ratapölkkyjen yleiset tehtävät ja vaatimukset radalle on antaa kestävä ja hyvä alusta kiskon kiinnityksille ja kiskon jalalle. Ratapölkyn tulisi antaa mahdollisimman tasalaatuinen ja hyvä alusta kiskoille ja yhdessä kiskon kiinnityksen kanssa antaa riittävän sivujäykkyyden niin poikittais- kuin pituussuunnassa. Ratapölkkyt antavat myös edellytykset riittävälle sähköiselle eristykselle kiskojen sekä tukikerroksen ja kiskon välillä. Lisäksi ratapölkkyt suurentavat tukikerroksen kuormitettavaa pinta-alaa ja kestävät mekaaniset rasitukset sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.

Betoniratapölkkyjä käytetään kaikkien kiskopituuksien kanssa sepeliraiteessa. Betoniratapölkky pysyy paremmin paikoillaan kuin puuratapölkky. Betoniratapölkky on muotoiltu siten, että se vastustaa tehokkaasti liikettä tukikerroksessa. Betoniratapölkyn metripaino on lisäksi noin 2,5-kertainen puuratapölkkyyn nähden. Siten betoniratapölkkyt soveltuvat teknisesti paremmin kuin puuratapölkkyt jatkuvaksi hitsatuille 54E1 ja 60E1- raiteille. (Ratahallintokeskus 2002, 19-25).

Vaihteissa käytettävät vaihderatapölkyt eivät merkittävästi eroa pää- ja sivuraitteilla käytettävistä pölkyistä. Huomioitavia eroja ovat kuitenkin kiskon kiinnityksessä käytettävien vaihdealuslevyjen mitoitus pölkyjen porauksessa sekä betonivaihdepölkkyyn tuleva kaapelien läpivientiputkitus. (Moilanen 2016, 21).



Kuva 7. B92-betonivaihdepölkky, johon merkitty sallitut porausalueet. (Ratahallintokeskus 2002, 29).

2.3.2 Kiskot

Nykyisin uusissa vaihteissa käytetään ainoastaan kiskoprofiileja 54E1 ja 60E1 sekä näitä vastaavia kieli- ja täyskiskoprofiileja. Teräslaatu kiskoissa on R260, mutta liikenteen aiheuttamasta kuormituksesta riippuen voidaan kohdekohtaisesti harkita kiskoteräslaadun R350HT käyttöä.

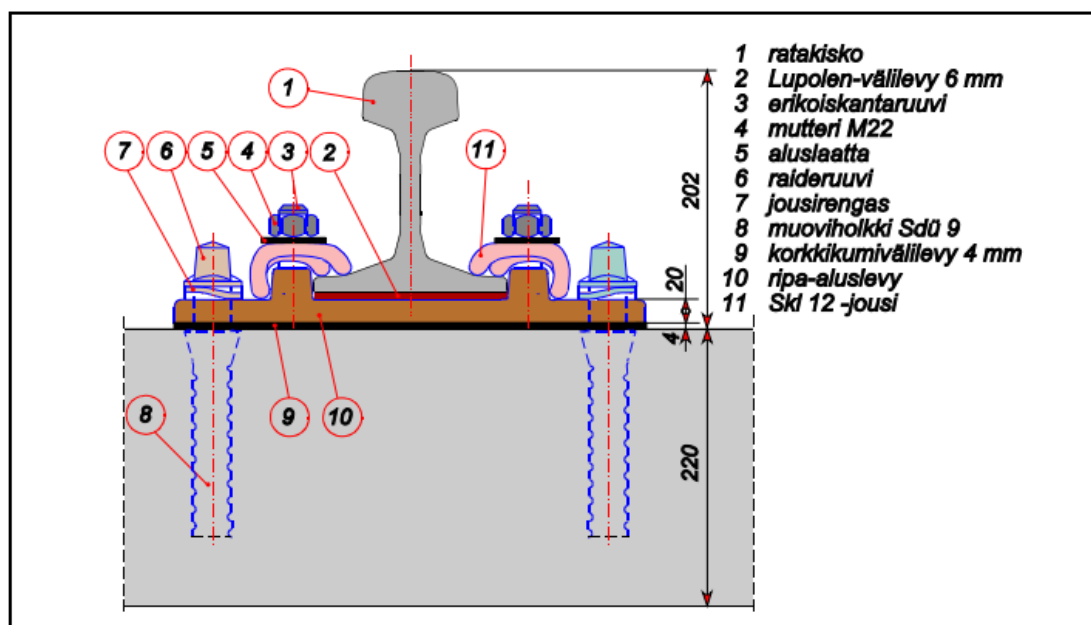
54E1-vaihteissa käytetään kiskoprofiilina 54E1A1-profiilia ja 60E1-vaihteissa 60E1A1- (ei kiskonkallistusta) tai 60E1A5- (1:40 kiskonkallistus -profiilia).

Kiskonkallistus on 60E1-vaihteissa koko vaihteen alueella 1:40. Kiskot olivat ennen vuotta 1994 valmistetuissa 60E1-vaihteissa sekä muissa vaihteissa pystysuorassa asennossa. (Liikennevirasto 2012, 24).

2.3.3 Kiinnitykset

Kiinnityksen tehtävänä on kiinnittää kisko ratapölkkyyn. Kiinnityksen tarkoitus kokonaisuudessaan on siirtää kiskoon tulevat voimat pölkyille ja siitä edelleen tukikerrokseen. Kiskonkiinnitykset koestetaan EN 13146 standardin mukaan. (Ratahallintokeskus 2002, 45).

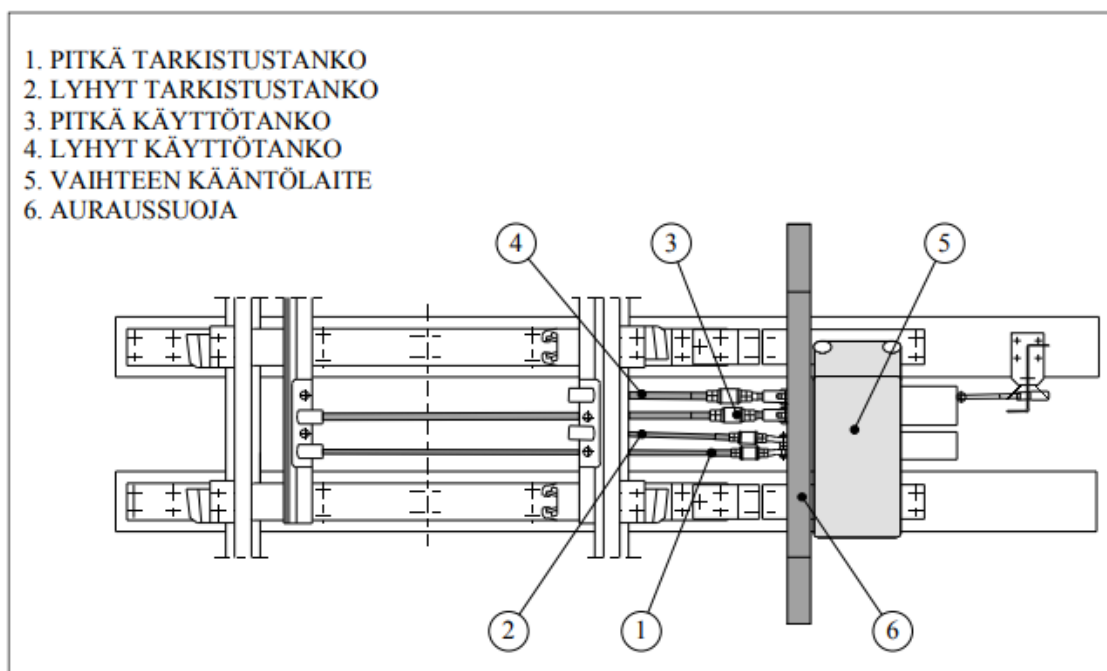
Kaikissa 60E1-vaihteissa käytetään Skl-jousia sekä 54E1-vaihteissa käytetään Skl-jousia tai K-kiinnityksiä. Skl-jousityypit kiinnitetään vaihdealuslevyihin erikoiskantaruuveilla (kuva 8). (Liikennevirasto 2012, 24).



Kuva 8. Skl-jousen kiinnitys betonivaihepölkkyyn. (Ratahallintokeskus 2002, 54).

2.3.4 Vaihteenkääntölaite

Vaihteen asennon kääntämiseen käytetään joko käsikäyttöisiä mekaanisia tai sähkömekaanisia vaihteen kääntölaitteita pääteasentojensa välillä. (Liikennevirasto 2016, 16). Vaihteen kääntölaite muodostuu asettimesta ja välitysmekanismista ja usein siihen kuuluu myös kielten lukitukseen ja valvontaan kuuluvat komponentit. Lisäksi siihen on usein yhdistetty vaihteen kielen pääteasema varmistamiseksi lukitukseen ja valvontaan tarvittavat komponentit. (Liikennevirasto 2012, 35).



Kuva 9. Vaihteen sähkökääntölaite. (Liikennevirasto 2012, 36).

3 LAINSÄÄDÄNTÖ ELEMENTTIRAKENTAMISESSA

Valtioneuvoston asetuksessa 578/2003 2 §:ssä elementti on määritelty tietyssä työvaiheessa yhtenä kiinteänä kokonaisuutena käsiteltävä, esivalmisteinen tai sen osa, joka muotonsa tai painonsa vuoksi edellyttää nostoapuvälineiden käyttöä. Edelleen 2 §:n mukaan elementin asennus on nostamista, siirtämistä, paikoilleen ohjaamista, väliaikaista tuentaa ja kiinnittämistä koskeva ja niihin liittyvä asennuskohteessa tehtävä elementtirakentamisen työvaihe. (Valtioneuvoston asetus 578/2003).

3.1 Työmaatarkastukset ja perehdytykset

Rakennustyössä kaikkien käytettävien koneiden, nostureiden ja muiden nostolaitteiden, nostoapuvälineiden, telineiden, väliaikaisten tukien, henkilösuojainten ja muiden laitteiden rakenne ja kunto on rakennustyömaalla todettava käyttötarkoituksen mukaisiksi. Rakennustyömaalla on työn aikana vähintään kerran viikossa, suoritettava MVR-mittauksia käsittäen muun muassa työkohteiden yleisjärjestystä, putoamissuojausta, valaistusta, rakennustyön aikaista sähköistystä, nosturien, henkilönostimien ja muiden nostolaitteiden, nostoapuvälineiden, rakennussahojen, telineiden sekä kaivantojen sortumavaaran estämistä. Lisäksi muut turvallisuuden kannalta merkittävät asiat on myös tarkastettava. MVR-mittauksista laaditaan aina pöytäkirja.

Nosturin ja muun nostolaitteet käyttäjän on päivittäin sekä tarvittaessa, useimmin ennen työn alkua kokeiltava laitteen toiminta ja varmistauduttava etenkin sateisina ja kylmänä aikana koekäyttöön jarrujen ja turvalaitteiden toiminnasta. Tarkastuksiin osallistuu työmaan vastuhenkilö tai tämän tehtävään määrätty henkilö. Tarkastuksiin osallistuu myös työntekijöiden keskuudesta valittu henkilö. Nosturin tarkastuksessa tulee aina sen käyttäjän oltava mukana. Kaikki viat ja puutteet tulee korjata välittömästi ennen töiden aloittamista. (Valtioneuvostonasetus 205/2009).

Työnantajan yhtenä tärkeimmistä asioista turvallisuuden varmistamiseksi on antaa työntekijöilleen perehdytys. Työnantajan tulee antaa työntekijälle riittävät tiedot elementtirakentamisen vaaroista ja niiden torjunnasta. Työnantajan tulee perehdyttää edellä lueteltujen asioiden lisäksi myös seuraavat asiat:

- elementtirakentamisen työvaiheet ja työolosuhteet
- työmenetelmät, kuten esim. asennus, nostot ja putoamissuojaus
- työvälineiden turvallinen käyttö, kuten esim. nostoapuvälineiden turvallinen käyttö ja kiinnitys
- turvalliset työtavat, kuten esim. putoamissuojaussuunnitelman käytännön toteuttaminen.

Elementtirakentamisessa yksityiskohtainen perehdytys on toteutettava käytettävän työmenetelmän mukaisesti, ennen uuden työtehtävän ja työn aloittamista, työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työmenetelmien ja työvälineiden käyttöön ottamista. Työntekijät tulee aina perehdyttää elementtitoimittajan ohjeisiin. (Valtioneuvostonasetus 578/2003).

3.2 Elementtien siirrot kuljetusvälineestä

Elementit tulee tarkastaa aina ennen nostamista ja siirtämistä. Elementtien tulee olla asianmukaisessa kunnossa, ja niissä ei saa olla siirrosta aiheutuneita vaurioita. Elementit puretaan kuormasta aina valmistajan laatimien ohjeiden mukaisesti.

Elementtejä nostettaessa ja siirrettäessä pitää aina varmistua, ettei nostoja koskaan tehdä työntekijöiden ylitse. Elementtejä nostettaessa kuljetusvälineestä ei elementin vakavuus saa vaarantua missään vaiheessa. Yksittäisessä elementissä tulee olla tarpeelliset tunnistetiedot valmistajasta, elementin painosta sekä nostokohdat ja nostolenkkien paikat merkittynä turvallisen noston takaamiseksi. Tarpeen vaatiessa tulee työmaalta löytyä tiedot elementin painopisteen sijainnista. Elementtiä, josta puuttuvat merkinnät, ei saa nostaa ilman luotettavaa selvitystä.

Elementin lähettäjän tulee antaa tarpeelliset ohjeet elementin purkamisesta, nostoista ja asentamisesta. Elementti, jonka kokonaispaino on vähintään 1000 kg, on varustettava näkyvällä ja pysyvällä merkinnällä, josta käy ilmi sen paino. Mikäli tarkkaa painoa ei voida ilmoittaa, tulee merkitä likimääräinen paino. (Valtioneuvostonasetus 578/2003).

3.3 Elementtien nostot ja asennustyöt

Elementit tulee nostaa ja asentaa asennussuunnitelman mukaisesti sekä elementin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Nostotöistä laaditaan lisäksi nostotyösuunnitelma. Mikäli suunnitelmista joudutaan poikkeamaan, tulee elementtirakentamisessa arvioida muutoksen vaikutukset työn turvallisen toteuttamisen kannalta, ja tarvittaessa hyväksyttävä muutos suunnitelman laatijalla. Muutokset merkittävät suunnitelmiin.

Elementtien asennusnosturina on käytettävä ajoneuvonosturia, torninosturia tai muuta suoritustavoiltaan riittävää ja muilta ominaisuuksiltaan siihen tarkoitukseen soveltuvaa nosturia. Nostotyössä on aina huolehdittava siitä, että ennen nostotöiden aloittamista on nostopaikkojen maapohja riittävän kantava. Tukijalkojen alla pitää käyttää riittävän suuria tukilevyjä tai muita vastaavia tukirakenteita. Nosto- ja siirtoapuvälineiden tulee olla käyttötarkoitukseensa soveltuvia ja tarkastettuja. Elementtejä nostettaessa on aina estettävä elementtien vaarallinen heiluminen ja töytäisy muihin rakenteisiin ja jo asennettuihin elementteihin. Tarvittaessa tulee käyttää ohjausköysiä tai vastaavia apuvälineitä.

Ennen nostotöiden aloittamista tulee olla varma siitä, että asennuskohteen alapuolella ei ole henkilöitä asennuksen aikana. Tarvittaessa työmaalle on järjestettävä vartiointi varmistamaan nostotyön turvallinen toteutus. Asennuskohteen tulee olla aina puhdas ja hyvin valaistu. Asennustyötä ohjaavalla ja nosturinkuljettajalla työntekijällä on oltava esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen. Nostoja ohjataan käsimerkein tai radiopuhelimen välityksellä. Asennustyötä ohjaava työntekijä on nimettävä etukäteen ja hänelle tulee opastaa hyväksytyt merkinannot. (Valtioneuvostonasetus 578/2003).

4 VAIHTEEN ASENNUSSUUNNITELMA

Vaihteen asennustyöstä on laadittava aina kirjallinen asennussuunnitelma. Asennussuunnitelman laatimisesta ja hyväksyttämistä rakennuttajalla vastaa urakoitsija. Urakan päätoteuttajan on varmistettava, että asennustyötä varten laaditaan asennussuunnitelma ja että asennustyö suoritetaan suunnitellulla tavalla. Asennussuunnitelman tulee löytyä kirjallisena työmaalta. (Ratahallintokeskus 2007, 4).

Vaihteen asennussuunnitelmassa on esitettävä seuraavat asiat:

- tiedot käytettävistä elementeistä
- elementtien nostaminen ja asentaminen
- elementtien asennusjärjestys
- mittausjärjestelmä ja mittatarkkuus
- tukipintojen vähimmäismitat
- väliaikainen tuenta
- lopullinen kiinnitys
- työtasot ja putoamissuojaus. (Valtioneuvoston asetus 578/2003).

Edellä lueteltujen vähimmäisvaatimusten lisäksi tulee asennussuunnitelmassa käsitellä myös vähintään seuraavat rautatieympäristön huomioon ottavat asiat:

- ratajohdon huomioiminen
- turvallisen junaliikenteen varmistaminen
- vastaavat henkilöt päällysrakenne-, turvalaite- ja vahvavirta- töistä
- junaturvallisuudesta vastaava henkilö
- jännitekatko- ja raidevarausmenettelyt
- vaihteiden varastopaikkojen etäisyys raiteesta
- turvalaitteisiin liittyminen
- purettavien vaihde-elementtien kuormaus kuljetusvälineeseen. (Ratahallintokeskus 2007, 4).

Asennussuunnitelma on hyväksyttävä asianomaisilla suunnittelijoilla, vastaavalla työnjohtajalla ja asennuksesta vastaavalla henkilöillä sekä sähkölaitteiston käytönjohtajalla ennen töiden aloittamista. Suunnittelijoita ovat mm. rata-, sähkö-rata-, geo- ja vaihde-elementin suunnittelija. (Ratahallintokeskus 2007, 4).

4.1 Kohdetiedot

Kohdetiedot (kuva 10) tulee kertoa suunnitelmassa, millä projektilla työskennellään ja missä ollaan mitäkin vaihdetta asentamassa.

Työmaa			
Projekti		Rautatieliikennepaikka	
Vaihteet			

Suunnitelman laatija	
Suunnitelma laatija	Puhelin

Kuva 10. Kohdetiedot (Ratahallintokeskus 2007, liite 1).

Näiden lisäksi tulee olla myös seuraavat asiat merkittynä niiltä osin kuin on mahdollista yhteystietoineen:

- päätoteuttaja
- projektipäällikkö
- junaturvallisuusvastaava
- päällysrakennevastaava
- turvalaitevastaava
- sähkötöistä vastaava
- työmaan valvoja
- ratasuunnittelija
- geosuunnittelija
- vahvavirtasuunnittelija
- käytönjohtaja
- vaihde-elementin suunnittelija
- työmaan turvallisuuskoordinaattori
- elementin toimittaja
- tuotannon vastuhenkilö
- elementtiasentaja / vastuu urakoitsija

- Asennustyönjohtaja / vastaavamestari
- kuljetusten vastuuhenkilöt (Ratahallintokeskus 2007, liite 1).

4.2 Nostovälineet

Vaihte-elementin nostamiseen tarvitaan aina nostolaitteita ja nostoapuvälineitä. (Sipiläinen 2015, 65).

Nostovälineetkohtaan kirjataan nostolaitteet niiltä osin kuin se on mahdollista. Taulukkoon merkitään seuraavat asiat eli merkitään nostolaite, nostoteho, korkein tukijalkakuorma ja ulottuma.

Nostolaitteet		
Nostolaite I	Nostoteho t	Uloottuma m
	Max tukijalkakuorma	
Nostolaite II	Nostoteho t	Uloottuma m
	Max tukijalkakuorma	
Nostolaite III	Nostoteho t	Uloottuma m
	Max tukijalkakuorma	

Kuva 11. Nostolaitteet (Ratahallintokeskus 2007, liite 1).

4.3 Vaihte-elementit ja nostettava taakka

Vaihte-elementistä kirjataan vaihdetyyppi, mitä ollaan nostamassa ja sen pölkkytyyppi. Lisäksi merkitään vaihte-elementit, tyyppi kielisovituselementti (ks), väliskoelementti (vk), risteuselementti (rist), Max. paino [t], pituus x leveys x korkeus [m], määrä [kpl], nostoapuvälineet ja mahdolliset elementit varustelut. (Ratahallintokeskus 2007, liite1).

Vaihteen mitat ja painot saadaan vaihdetoimittajalta. Taulukossa 1 on esitetty muutaman tavallisen vaihte-elementin tiedot:

Vaihde	Elementti	Pituus [m]	Suurin leveys [m]	Massa [t]
YV60-300- 1:9 bet	Kielisovitus-	13,9	4,1	15,0
	Välikisko-	12,6	4,0	15,0
	Risteys-	8,0	4,8	11,5
YV54-200N- 1-9 bet	Kielisovitus-	11,1	4,1	11,2
	Välikisko-	10,6	3,8	11,4
	Risteys-	6,6	4,5	9,8

Taulukko 1. Vaihde-elementit mitat (Ratahallintokeskus 2007, 6).

4.4 Asentamisjärjestys

Rautateillä asennustapa ja -järjestys määräytyy useimmiten saatavan työraon pituuden mukaan. Mitä lyhyempi on työrako, sitä pienempiin osiin työ joudutaan jakamaan. (Ratahallintokeskus 1999, 11). Vaihe-elementit kiinnitetään toisiinsa väliaikaisesti sidekiskoilla. Lopullinen vaihteiden kiinnitys suoritetaan hitsaamalla. (Ratahallintokeskus 1999, 16).

4.5 Työmaatiet, vastaanotto ja välivarastointi

Asennussuunnitelmassa on tärkeä määritellä työmaan nostopaikat, mahdollisesti varastointipaikat ja työmaatiet. Asennussuunnitelmassa täytetään (kuvan 12) kohdalta ne osiot, jotka koskevat työmaata. (Ratahallintokeskus 2007, liite 1).

Nostopaikat, varastointipaikat, työmaatiet	
	Katso liite <input type="checkbox"/>
Elementtien vastaanottotarkastus	
	Katso liite <input type="checkbox"/>
Laatupoikkeamien käsittely	
	Katso liite <input type="checkbox"/>
Kuorma- ja purkamisjärjestys elementtitoimittajan ja kuljetusliikkeen antamien ohjeiden mukaan	Katso liite <input type="checkbox"/>
Varastointipaikat	Katso liite <input type="checkbox"/>
Varastointikalusto	
Erikoiselementtien varastointitapa	

Kuva 12. Työmaatiet, vastaanotto ja välivarastointi. (Ratahallintokeskus 2007, liite1).

Nostopaikat ja nostolaitteiden sijainti tulee aina suunnitella etukäteen. Maapohjan kantavuus on aina selvitettävä ja tarvittaessa ryhdyttävä toimenpiteisiin ennen nostolaitteen sijoittamista työmaalle. (RATU 1182-S 1998, 2).

Vaihte-elementti katsotaan aina varastoiduksi, kun se lasketaan tilapäisesti maahan. (Ratahallintokeskus 2007, 8). Varastopaikan tulee olla aina tasainen. Mikäli varastopaikka ei ole tasainen, tulee pölkylt tukea n. 500 mm etäisyydeltä päistään. Välivarastointia tulisikin välttää mahdollisimman paljon. (Ratahallintokeskus 1999, 15).

Työmaateiden kunto ja kantavuus tulee olla kunnossa ennen töiden aloittamista. Kuljetuksia suunniteltaessa tulee huomioida pitkien autoyhdistelmien vaatimäkääntymistila. Hyvällä suunnittelulla edesautetaan töiden jouheva eteneminen. Työmaateiden kunnosta vastaa aina pääurakoitsija. (Korpi 2012, 9).

Ennen elementtien nostamista ja siirtämistä kuljetusvälineestä on elementtien kunto tarkastettava asianmukaiseksi. Elementtikeruun purkaminen tehdään elementtien valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Valtioneuvoston asetus 578/2003).

4.6 Toleranssit ja seurantamittaukset

Toleranssit ja seurantamittaukset täytetään kuvan 13 mukaisesti. Vaihde-elementtien toleranssit ja toleranssiluokka saadaan vaihdetoimittajalta, tai se selviää urakka-asiakirjoista.

Toleranssiluokka	Vaihte-elementtien toleranssit		Kohdekohtaiset erikoistoleranssit		
			(ohje liitteenä) <input type="checkbox"/>		
Lähtömittaus	Mitattavat kohteet	Mittausperiaate	Tekijä	Vastuuphenkilö	
Tarkastusmittaukset	Mitattavat kohteet	Mittausperiaate	Tekijä	Vastuuphenkilö	Suoritusajankohta
	Mitattavat kohteet	Mittausperiaate	Tekijä	Vastuuphenkilö	Suoritusajankohta
	Mitattavat kohteet	Mittausperiaate	Tekijä	Vastuuphenkilö	Suoritusajankohta

Kuva 13. Vaihte-elementtien toleranssit ja seurantamittaukset. (Ratahallintokeskus 2007, liite1).

Vaihte-elementit kasataan ja rakennetaan mahdollisimman tasaiselle pohjalle. Vaihte-elementtejä asennettaessa lopulliselle paikalle, tulee asennustarkkuuden olla ± 25 mm. Vaihte-elementtien kasauksen jälkeen vaihte sepelöidään. Kieli- sovituselementin kohdalla tulee sepelin yläpinnan olla $60\text{mm} \pm 10\text{mm}$ vaihtepölkyn yläpinnan alapuolella ja muualla pölkkyjen yläpinnan tasolla $+ 0 - 10\text{mm}$. Mittauslaitteena edellä mainituissa kohdissa laadun varmistuksena toimii esim. takymetri. Sepelöinnin jälkeen vaihte tuetaan tukemiskoneella. Tukemiskoneen nostot tulee olla $20 - 50\text{mm}$. (Ratahallintokeskus 1999, 15-18).

Laadun varmistamiseksi vaihde mitataan kuljetuksen ja asennuksen jälkeen. Lisäksi vaihde mitataan vielä tukemisen jälkeen. Kaikista mittauksista laaditaan oma tarkastuspöytäkirja.

4.7 Asennuksenaikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat

Elementtien asennuksessa on huolehdittava osittain asennettujen rakenteiden paikallaan pysymisestä ja lujuudesta, tarpeellisten väliaikaisten siteiden ja tukien käytöstä sekä sivusuuntaisen kestävyuden aikaansaamisesta. Lopullinen kiinnitys on tehtävä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Nostoapulaitteita ei saa irrottaa ennen kuin on varmistettu asennussuunnitelman mukaiset tuennat ja elementin kiinnipysyminen. (Valtioneuvostonasetus, 578/2003).

4.8 Elementtien lopulliset kiinnitykset

Elementit hitsataan lopullisesti toisiinsa termiittihitsaamalla. (Ratahallintokeskus 1999, 16). Asennussuunnitelmasta tulee ilmetä hitsausmenetelmä, hitsausluokat, perusaine, lisäaine sekä hitsien lukumäärä. Lisäksi tulee luetelle väliaikaiset kiinnitykset ja niiden määrä sekä mahdolliset eristysjatkokset. (Ratahallintokeskus 2007, liite1).

Vaihteen hitsauksen saa suorittaa, kun vaihde on tuettu ja oiottu lopulliseen asemaan ja asentoon. Hitsaustöitä tekevien on tarkastettava vaihde silmämääräisesti vaihteen geometria ennen hitsausta ja ilmoitettava vastaavalle työnjohtajalle havaitsemistaan puutteista. (Ratahallintokeskus 1999, 21).

Jatkoshitsien kaikki tiedot tallennetaan ja dokumentoidaan, johon kirjataan myös jatkuvakiskoraiteen loppuhitsien tiedot. Lisäksi hitsauksesta laaditaan erillinen oma loppuhitsauspöytäkirja. (Väylävirasto 2019, 17).

4.9 Nostotyöt ratajohdon alla tai läheisyydessä

Kakista rautatiealueella tehtävistä nostotöistä on laadittava kirjallinen nostosuunnitelma. Suunnitelmassa arvioidaan nostotyön riskit rautatiejärjestelmän turvallisuudelle sekä suunniteltavat riskejä pienentävät toimenpiteet, kuten jännitekatkot tai liikennöinnin rajoitukset. Suunnitelmassa on esitettävä toimenpiteet myös nostoissa tapahtuvan vaaratilanteen ja vahingon varalta. Sähköradan läheisyydessä tehtäviin nostotöihin on nostot toteuttavan tahon nimettävä sähköturvallisuustoitien valvoja vastaamaan sähköturvallisuudesta nostoihin liittyen.

Nostolaitteelle tehdään ennen töiden aloitusta käyttöönottotarkastus, jossa työturvallisuusasioiden lisäksi otetaan huomioon riskit rautatieliikenteelle ja -järjestelmälle. Tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa, että nostotyöt voidaan tehdä nostosuunnitelmien mukaisesti sekä myös nostolaitteen kunto. Tarkastuksen tarkoituksena on myös varmistaa nostoreittien etäisyydet liikennöidystä raiteesta ja sähköradasta, nostolaitteiden maadoitustarve ja nostettavien taakkojen etäisyydet liikennöidystä raiteesta ja sähköradasta. Tarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, joka tulee olla säilytettynä nostolaitteessa.

Mikäli nostolaite tai sen taakka voi nostolaitteen rikkoutumisen, kaatumisen, taakan heilumisen tai muun syyn vuoksi ulottua työskentelyn vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi ratajohdon jännitteisiä osia, on nostolaite maadoitettava työn ajaksi paluuvirtakiskoon tai M-johtimella varustettuun sähköratapylvääseen vähintään yhdellä 22 mm² Cu-johtimella. Maadoituksen saa vain tehdä sähköalan ammattihenkilö tai työkohteeseen opastettu henkilö. (Väylävirasto 2019, 29-30).

4.10 Työturvallisuus

Työn turvallisuudesta vastaa aina työnantaja. (Työterveyslaitos). Ennakoiva turvallisuustyö on tärkeä kaikessa. Töiden riskit on tunnistettava ja ne on mahdollisuuksien mukaan poistettava ja niihin tulee varautua etukäteen. Kaikilla rakennustyömailla ja rautatiealueella työskentelevillä ja liikkuvilla henkilöillä tulee olla vähintään työturvallisuuskortti ja rautatiealueella ratatyöturvallisuuspätevyys

(Turva). (Väylävirasto 2019, 15-17). Lisäksi työmaan yleisvalaistus tulee olla sellainen, että työmaalla on turvallista liikkua ja työkohteiden valaistus tulee olla sellainen, että työtä voidaan tehdä vaaratta. (Ratu S-1234 2017, 8).

Kaikki rautatiealueella ja rakennustyömailla työskentelevät henkilöt tulee perehdyttää työn haittoihin ja vaaroihin. (Väylävirasto 2019, 17). Työntekijä tulee perehdyttää riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin. Perehdytyksen tärkeys korostuu, mikäli työtehtävät muuttuvat tai käytettäväksi tulee uusia työ- tai tuotantomenetelmiä. Työntekijälle annettua perehdytystä ja opastusta tulee tarpeen vaatiessa täydennettävä. (Työturvallisuuslaki, 2002/738).

Rautateillä ja infrakohteissa tulee työntekijällä olla vähintään seuraavat suojavausteet: suojakypärä leukahihnalla, kuulonsuojain, suojalasit, henkilötunniste, heijastavat suojavaatteet luokkaa 2, suojakäsineet ja turvajalkineet. (Infra Ry 2016). Ainoastaan turvamies saa käyttää rautatiealueella oranssia suojausluokan 2 vaatetusta. (Väylävirasto 2019, 43).

Asennussuunnitelmassa tulee nimetä seuraavat vastuuhenkilöt:

- junaturvallisuudesta
- sähköturvallisuudesta
- jännitekatkoista
- ratatyöt luvat
- liittyminen turvalaitteisiin
- maadoitukset
- erityistoimenpiteet.

Ennen asennustyötä tulee kohteen turvallisuusriskit olla kartoitettuna. (Ratahallintokeskus 2007, liite1).

4.11 Asennussuunnitelman liitteet

Asennuksen tarkentavat liitteet voivat olla esimerkiksi:

- nostotyösuunnitelma
- TLT-suunnitelma
- logistiikkasuunnitelma
- elementtitoimittajan asennusohjeet
- elementtien asennuspiirustukset
- elementtityyppikohtaiset ohjeet hitsauksesta
- elementtityyppikohtaiset ohjeet sidekiskojoatkoksista. (Ratahallintokeskus 2007, liite 1).

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia vaihteen asennussuunnitelma kesällä 2020 alkavalla Länsimetron 2:n päällysrakenneurakkaan. Opinnäytetyö valmistui suunnitellussa aikataulussa ja työntilaaja GRK RAIL Oy pääsee hyödyntämään laadittua asennussuunnitelmaa projektissaan suunnitellusti päällysrakenneurakan alkaessa. Varsinainen asennussuunnitelma on salassa pidettävä, eikä sitä julkaista tämän opinnäytetyön mukana.

Peruskäsitteenä vaihde oli itselle entuudestaan tuttu työni puolesta, sillä olen työskennellyt usean vuoden ajan rautatieympäristössä. Kuitenkin tätä työtä tehdessä opin paljon lisää vaihteista ja ennen kaikkea vaihteen asennussuunnittelun vaihteista. Myös erilaiset ohjeistukset sekä lainsäädäntö ovat pääpiirteissään tulleet tutuksi jo ennen tämän työn aloittamista, joten niitä pääsi nyt perkaamaan hieman syvällisemmin.

Hieman yllättäenkin huomasin, etteivät perinteiset rataverkolla junaliikenteen käytössä olevat vaihteet juurikaan eroa metroissa käytettävistä vaihteista komponenttiensa tai ominaisuuksiensa perusteella. Metro ympäristönä on toki erilainen. Kapea tunneli ja näin rajallinen tila aiheuttaa omat haasteensa esimerkiksi vaihde-elementtien kuljetukseen asennuspaikalleen ja nostamiseen.

Vaihteet ovat kiinteä ja välttämätön osa toimivaa rataverkkoa. Tulevaisuudessa liikennemäärien noustessa ja useampi raiteisten rataosien lisääntyessä vaihteiden määrä ja merkitys tulee entisestään korostumaan, kun on tarve ohjata eri nopeudella eteneviä junia eri raiteille tai eri asemille pysähtyviä junia eri raiteille. Sujuvan raideliikenteen mahdollistamiseksi vaihteet ovat kriittinen piste.

Opinnäytetyötä tehdessä huomasin, että Väyläviraston aineistossa alkaa olla päivityksen tarvetta. Ohjeita on paljon ja osittain niissä mielestäni ilmenee ristiriitoja, mikä voi muodostua käytännön työssä ongelmaksi. Osa ohjeistuksista on lisäksi pitkiä ja hyvin kankeita luettavaksi. Mielestäni tässä olisikin hyvä paikka useammallekin opinnäyte- tai diplomityölle laatia selkeämpi ohjeistuskokonaisuus tai ainakin koostaa vanhoista yhtenäinen uudistettu paketti.

LÄHTEET

Infra Ry. Infrarakentajan suojarusteet. 25.10.2016. Luettu 1.4.2020.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Ajankohtaista/tiedotteet2-kan-sio/2016/infrarakentajan-suojavarusteet-nyt-julisteena/>

Korpi, O. 2012. Betonielementtien asennussuunnitelma. Rakennus tekniikan koulutusohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Moilanen, M. 2016. Rautatievaihteen risteysdynaamisen kuormituksen mallinnus. Konetekniikan koulutusohjelma. Oulun yliopisto. Diplomityö.

Ratahallintokeskus. 2002. Ratatekniset ohjeet RATO osa 11, Radan päällysrakenne.

Ratahallintokeskus. 2007. Vaihte-elementtien nosto ja siirto. 1002/611/2007.

Ratu S-1234. Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa. 11.12.2017. Ratu-kortisto. Rakennustieto Oy. Luettu 1.4.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/22151#page=1>

Sipiläinen, A. 2015. Vaihte-elementtien käsittelymenetelmät. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Työterveyslaitos. Nostotyöt. Luettu 30.3.2020.
<https://www.ttl.fi/vesihuoltolaitosten-tyoturvaluisuus-opas/riskien-tunnistus-ja-hallintakeinot/tapaturmavaaralliset-tyot/nostotyot/>

Työturvallisuuslaki. 23.8.2002/738

Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta. 18.6.2003/578

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 26.03.2009/205.

Väylävirasto. 2012. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 4, vaihteet. Liikenneviraston ohjeita 22/2012.

Väylävirasto. 2016. Vaihtekäsikirja, vaihteen huolto-ohjeet. Liikenneviraston ohjeita 23/2016.

Väylävirasto. 2019. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 12, päällysrakennehitsaus. Väyläviraston ohjeita 31/2019.

Väylävirasto. 2020. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Väyläviraston ohjeita 10/2020.

LIITTEET

Liite 1. Vaihteen asennussuunnitelma