

Joonas Kauppinen

Tukiseinän toteuttaminen rautatiealueella

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Joonas Kauppinen

Työn nimi: Tukiseinän toteuttaminen rautatiealueella

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä:4

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen tietoa tukiseinätöiden suorittamisesta toimittaessa rautatiealueella. Tukiseinät ovat vielä outoja osalle rakennusalalla toimiville, mutta ne tulevat varmasti yleistymään tulevaisuudessa. Rautateillä tukiseinät tehdään yleensä raskaista teräsponsittiprofiileista. Työssä esitellään yleisimmät ratakaivannoissa käytettävät tukiseinätyypit sekä niiden tuentamenetelmät. Työvaiheet käydään läpi yksityiskohtaisesti. Lisäksi käsitellään rautatiellä työskentelemisen turvallisuusohjeita sekä vaadittavia pätevyyskriteereitä.

Rautatiellä työskenteleminen edellyttää tiettyjä ennakkotoimenpiteitä, jotta työt voidaan suorittaa. Junaturvallisuus on aina otettava huomioon. Töistä on jätettävä ennakkoilmoitus, jos ne voivat vaikuttaa raideliikenteeseen. Työn suorittamiseen on valittava sen suorittamisen ja turvallisuuden kannalta oikea ratatyömenettely. Vaihtoehtoina on turvamiehen turvaama työ, liikenteenohjauksen ratatyölupa sekä liikennekatko.

Opinnäytetyöhön on listattu seikkoja, jotka pitää ottaa huomioon tukiseinätyötä suunniteltaessa ja mihin on kiinnitettävä huomiota työkohtetta katselmoimassa. Työssä on käytetty paljon asiantuntija-apua, sillä tukiseinätöiden suorittamiseen liittyvää materiaalia on vähän saatavilla. Ratatöihin ja -turvallisuuteen liittyvä materiaali on koottu pääasiassa liikenneviraston julkaisuista.

Avainsanat: tukeminen, radanrakennus, ohje

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Joonas Kauppinen

Title of thesis: The implementation of a retaining wall in a railway area.

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2015

Number of pages:44

Number of appendices:4

The purpose of the thesis was to gather information about retaining wall construction when operating in a railway area. Retaining walls are still strange for some builders, but will certainly become common in future. On railways, retaining walls are usually made of heavy sheet pile profiles. The work presents the most common retaining wall types and their support methods. All the work stages were reviewed. In addition, working safety instructions and required qualifications on railways were discussed.

Working in a railway area requires some preliminary measures so that the work can be carried out. Rail safety should always be noticed. Advance notification must be done if the works could affect the rail traffic. A correct railway work safety procedure must be chosen so the work can be done. Safety procedures include working under the supervision of a security guard, permission from the traffic organizer and traffic interruption.

Things which must be noticed when planning retaining wall work were listed in the thesis. For the thesis a lot of expert help was used, because there are only few works focusing on the sheet pile construction. The instructions of the railway works and the safety notifications were collected from the publishings of the Finnish transport agency.

Keywords: retaining wall, railway area safety instructions

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	8
2 TUKISEINÄT YLEISESTI.....	9
2.1 Tukiseinätyypit ratakaivannoissa	9
2.2 Teräsponttiseinä	9
2.3 Settiseinä	10
3 TUKISEINIEN ERILAISET TUENTATAVAT JA ANKKUROINTI....	12
3.1 Ulkopuolinen tuenta	13
3.2 Sisäpuolinen tuenta	15
3.3 Tukiseinän ala- ja yläpään tuenta	15
4 TUKISEINÄN ASENNUKSEN VALMISTELEVAT TYÖVAIHEET ..	17
4.1 Ennakkoilmoituksen jättäminen.....	17
4.2 Kaapelien esiin kaivu	17
4.3 Tarvittavat suunnitelmat.....	18
4.3.1 Suunnitelma-asiakirjat.....	18
4.3.2 Tekniset työsuunnitelmat	18
4.3.3 Tukirakenteiden kelpoisuuden osoittaminen	20
4.3.4 Turvallisuussuunnitelma	20
4.3.5 Aluesuunnitelma	21
4.4 Logistiikka	22
4.5 Konepetien rakentaminen.....	23
5 TUKISEINÄN ASENNUS TERÄSPONTEISTA	24
5.1 Käytettävä kalusto.....	24
5.1.1 Tela-alustainen kaivinkone	24
5.1.2 Kiskopyöräkone	24
5.1.3 Pontiniskijä.....	25
5.1.4 Muut menetelmät	26

5.2 Turvamiesmenettelyllä tehtävät työt.....	27
5.3 Liikenteenohjauksen ratatyöluvalla tehtävä työ.....	28
5.4 Liikennekatkossa asennettava tukiseinä.....	30
5.5 Pontin asennuksesta aiheutuva tärinä	33
5.6 Ponttiseinän kallistumisen estäminen	33
5.7 Maadoitus ja jännitekatko	33
5.8 Erotusjakso	35
5.9 Suojamaadoitus	35
6 RATATYÖMAAN TYÖTURVALLISUUS.....	37
6.1 Liikkuminen ja työskentely	37
6.2 Työkoneet	37
6.3 Henkilökohtaiset varusteet.....	38
6.4 Pätevyudet ja perehdyttäminen.....	38
6.5 Ratatyöalueen erottaminen.....	39
6.6 Sijainnin määrittely ja toiminta vaaratilanteessa	39
7 YHTEENVETO.....	41
LÄHTEET	42
LIITTEET	44

Käytetyt termit ja lyhenteet

Ajolanka	Kiskojen yläpuolella oleva johdin, josta sähköveturi saa käyttöenergiansa
ATU	Pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita tai laitteita, kuvattuna liitteessä 4
Jeti	Junaliikenteen ennakkotietojärjestelmä, jota käytetään liikenteenohjaajan, veturinkuljettajan ja ratatyöstä vastaavan yhteydenpitoon.
M-johdin	Yleensä ilmassa oleva maadoitusjohdin, jolla yhdistetään useita ratajohtopylväitä tai muita suojamaadoitettavia osia paluukiskoon
Paluukisko	Paluuvirtatien osana toimiva metallisesti yhtenäinen rata-kisko, joko raiteen toinen kisko tai molemmat kiskot
Pohjasepeli	Ratapölkyn alapinnan ja välikerroksen yläpinnan välissä oleva sepelikerros, joka on materiaaliltaan ratasepeliä
Pontitustärinä	Teräspontin upottamisesta täryyttämällä aiheutuva tärinä maaperään
Ponttivasara	Kaivinkoneen lisälaitte teräspontin asennukseen, jolla pontti upotetaan maahan täryyttämällä
Päätypalkki	Sillan päädyn rakenne, jota vasten sillan pääty täytetään
Radan korkeusviiva	Radan pituussuuntainen korkeusgeometria, joka on rata-kiskon alapinnan tasossa.
Raide-elementti	Kiskojen katkaisun seurauksena ratakiskoista ja -pölkkyistä muodostuva rakenneosa

RAILI	Rautateiden integroitu liikenneviestintäjärjestelmä palvelee ensisijaisesti liikenteenohjaajia, kuljettajia ja konduktöörejä sekä lisäksi myös vaihtotyönjohtajia ja ratatyöstä vastaavia
Raitteen tukemiskone	Radan kunnossapitoon käytettävä kone, joka poistaa raitteesta geometrisen virheen
Ratatyölupa	Liikenteenohjauksen myöntämä lupa työskennellä RSU:n sisäpuolella
Ratatyöstä vastaava	Vastaa ratatyön liikenneturvallisuudesta ja siihen liittyvistä toimenpiteistä kuten ilmoituksista, luvista ja ratatyön suojaamisesta
RSU	Ratatyön suojauslaitteisto, kuvattu liitteessä 3
Teräspontti	Teräslankku joita yhdistämällä voidaan koota yhtenäinen tukiseinä
Tukiseinä	Rakenne joka estää maan sortumisen kaivantoon
Turvamies	Turvamiespätevyyden omaava henkilö, joka on kirjallisesti määrätty turvamiestehtävään
Uuma	I-profiilin osa joka ottaa vastaan leikkausjännityksen
Välipuu	Kuormauksessa käytettävä kappale, joka mahdollistaa kuorman purkamisen osissa

1 JOHDANTO

Kohteissa joissa luiskatun kaivannon käyttö ei ole mahdollista muiden rakenteiden, rakennusalueen työnaikaisen käytön tai pelkästään maaperä- ja pohjavesiolosuhteiden vuoksi, joudutaan kaivannot tekemään tuettuina. Tukiseinä on joko työn aikainen lisärakenne, mutta myös pysyvät tukiseinät ovat yleistyneet. Puisten ponttien käyttö on miltei loppunut ja nykyään käytetyimpiä tukiseinätyyppejä ovat teräs-ponttiseinä ja settiseinä. (Jääskeläinen 2009, 180–181.)

Tässä opinnäytetyössä selvitetään tukiseinätöihin liittyviä asioita toimittaessa rautatiealueella. Rautatiealueella toimiminen tuo omat haasteensa työn suorittamiseen. Nämä haasteet on tiedostettava jo urakan laskentavaiheessa, jotta päästään onnistuneeseen lopputulokseen. Tässä työssä on selvitetty, mitä toimenpiteitä on tehtävä ennen töiden aloittamista ja niiden aikana. Töiden suorittamisen kannalta on tärkeää, että kaikki ilmoitukset ja suunnitelmat on toimitettu hankkeen muille osapuolille ajoissa. Lisäksi käydään läpi junaturvallisuuteen liittyvät asiat, jotka pitää olla tiedossa rautatiealueella työskenneltäessä. Työssä käsitellään myös työtekniisiä asioita teräsponttauksen liittyen. Tukiseinäsuunnitteluun ja mitoittamiseen työ ei ota kantaa.

Idea opinnäytetyön aiheeseen tuli syksyllä 2014 toimiessani tukiseinätöiden parissa. Määräykset työskentelystä rautatiealueella tuntuivat aluksi sekavilta. Selkeää ohjetta tukiseinätöiden suorittamisesta rataympäristössä ei ollut saatavilla. Lisäksi tukiseinätyöt ovat vielä outoja osalle rakennusalalla toimiville. Tukiseinätöihin liittyvät työtekniiset asiat ovat kokeneiden työnjohtajien tiedossa, mutta kirjoitettua tietoa niistä on vähän saatavilla. Tavoitteena oli luoda opas tukiseinätyön toteuttamiseen, niin että kaikki tarvittavat asiat tulevat tehdyksi ajallaan. Työ tulee sisältämään paljon asiantuntija-apua sekä liikenneviraston julkaisuista koottua tietoa.

2 TUKISEINÄT YLEISESTI

2.1 Tukiseinätyypit ratakaivannoissa

Tukirakenteet jakautuvat Eurokoodin mukaisesti kolmeen päätyyppiin. Päätyypit ovat upotetut tukiseinät, tukimuurit ja yhdistelmärakenteet. Tässä työssä käsitellään tukiseiniä, jotka kuuluvat upotettuihin tukiseiniin. Tukiseinätyypin valintaan vaikuttavat: vesitiiviys, pohjasuhteet, syvyys, käyttöikä, ympäristö, työmenetelmät ja työtila. (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2011, 16.)

2.2 Teräsponttiseinä

Teräsponttiseinä muodostuu maahan täryttämällä tai lyömällä upotettavista teräsponteista, jotka lukkiutuvat toisiinsa lukkoprofiilein muodostaen yhtenäisenä toimivan seinärakenteen. Teräspontit voidaan asentaa myös limittäin lukitsematta niitä pontteihinsa, jolloin seinän jäykkyys pienenee ja vedenpitävyys menetetään, mutta asennus on nopeampaa. Poikkileikkausprofiililtaan erilaisia teräspontteja on markkinoilla useita. Yleisimmät ponttiprofiilit ovat U- ja Z -profiilit. Suurta jäykkyyttä vaativa tukiseinä voidaan toteuttaa niin sanottuna combiseinä, jolloin teräsponttien väleihin asennetaan putkipaaluja tai koteloprofiileja. (RIL 263-2014, 46–47.)

Ratakaivannoissa yleisimmin käytetty tukiseinätyyppi on teräsponttiseinä. Teräsponttiseinät soveltuvat hyvin syviin kaivantoihin ja niitä käytetään sekä työnaikaisiin että pysyviin rakenteisiin. Ne soveltuvat lyötäväksi kaikkiin maalajeihin. Ongelmia tavoitesyvyyden saavuttamisessa voi tulla kivisessä moreenissa tai karkearaeisessa maassa. (Tran 2008, 36, perustuu Laatonen 2001)

Tranin (2008, 36) mukaan teräsponttiseinän vahvuuksia ovat seuraavat:

- Teräsponttiprofiileja ja upotuskalustoa on hyvin saatavilla.

- Suunnittelijoilla sekä urakoitsijoilla on paljon kokemusta teräsponttirakenteista.
- Tukiseinän rakentaminen voidaan vaiheistaa junaliikenteen sujuvuuden ehdoilla.
- Ponttiprofiileja voidaan uusiokäyttää useita kertoja, jolloin niiden käyttöikä on pitkä ja kustannukset alhaisia.
- Teräsponttiseinä on nopea asentaa.
- Teräsponttiseinästä saadaan vesitiivis lyömällä profiilit ponttiin.

Teräspontteja on saatavilla useita erilaisia profiileja, kokoja sekä teräslaatuja, joista raskaat U-profiilit soveltuvat parhaiten ratakaivantoihin. Kevyet profiilit eivät sovellu ratakaivantoihin, sillä niiden upottaminen ratapenkereen läpi ei onnistu. Käytännössä ratakaivannoissa käytettävien teräsponttien taivutusvastus on yli 1 000 cm³/m. (Tran 2008, 36, perustuu Laatonen 2001.)

Teräsponttiseinästä saadaan vesitiivis lyömällä profiilit ponttiin eli lukkoon. Mikäli profiileja ei löydy lukkoon, profiilien väliin jää rakoja, joista maa-aines pääsee valumaan pois tukiseinän takaa. Tukiseinän takana vaikuttava vedenpaine lisää irtotilain valumista kaivantoon. Ponttien taakse syntyvä tyhjä tila aiheuttaa suurempia painumia raiteeseen ja sen tukemistarve lisääntyy. (Tran 2008, 36, perustuu Laatonen 2001.)

2.3 Settiseinä

Settiseinän runkona toimii maahan 1–4 metrin välein upotettavat pystypalkit, joina yleisimmin käytetään H-profiilin teräspalkkia. Seinärakenne muodostuu vaakasuorista settilankuista, jotka tukeutuvat pystypalkkeihin. Settilankkuina käytetään

yleensä puulankkuja tai kevyitä teräspalkkeja. Seinärakenteena voi toimia myös vaiheittain tehtävä ruiskubetoniseinä, maata vasten valetut betonipalkit tai pystypalkkeihin hitsattavat teräslevyt. (RIL 263-2014, 50–51.)

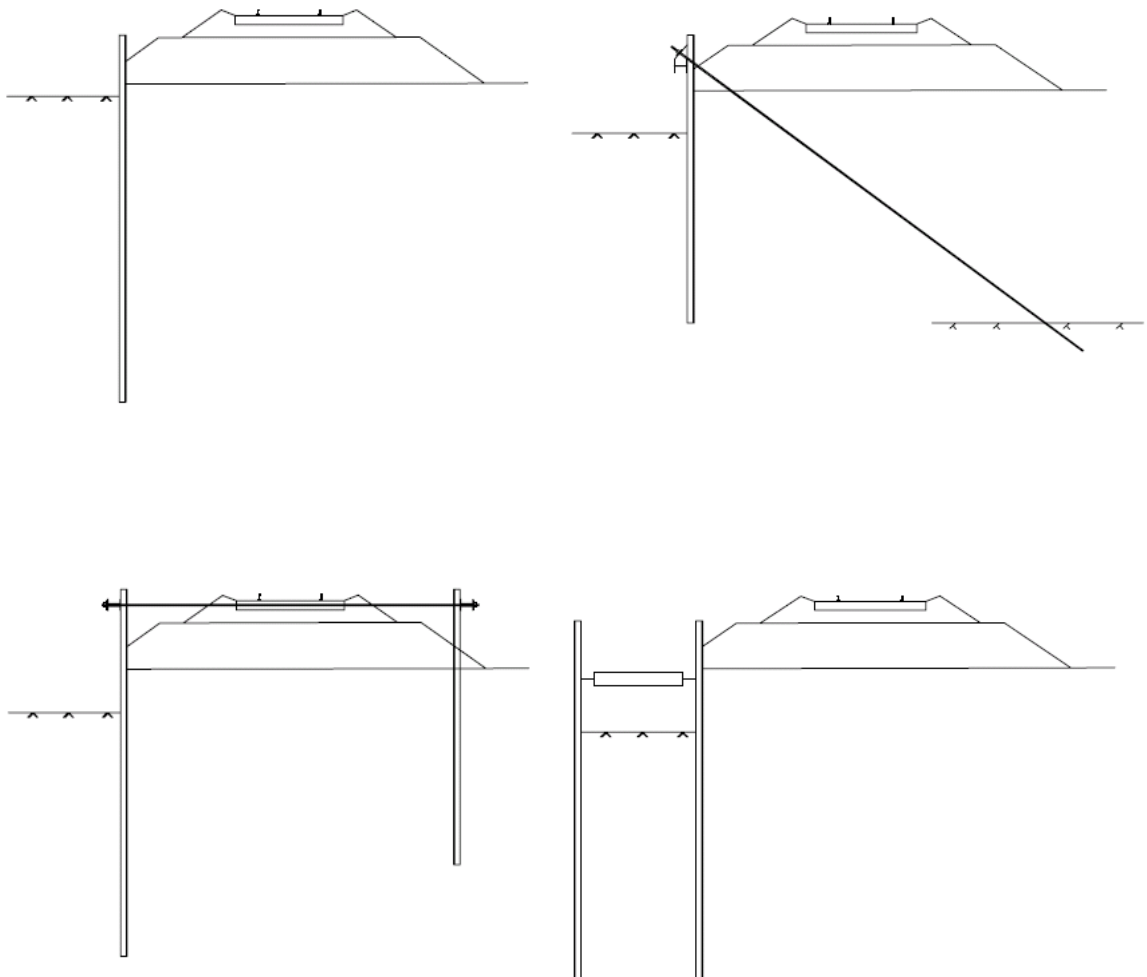
Settiseinää käytetään harvoin rataympäristössä tukirakenteena. Settiseinän heikkouksia ovat seuraavat: (Tran 2008, 37, perustuu Laatunen 2001)

- Settiseinän rakentamisen yhteydessä seinän taakse jää tyhjää tilaa tai kairavanto sortuu ennen settilankkujen asentamista.
- Sitä ei pystytä rakentamaan suoraan ratapölkyn päähän.
- Sen rakentaminen muodostuu useista työvaiheista, jolloin häiriöt junaliikenteelle ovat suurempia.
- Rakentaminen kestää ajallisesti pidempään kuin teräsponttiseinällä.
- Edellä mainituista seikoista johtuen teräsponttiseinää kalliimpi ratkaisu.
- Settiseinä ei ole vesitiivis.
- Kaikkia settiseinä rakenteita ei pystytä purkamaan.

Settiseinä tulee kysymykseen teräsponttiseinän korvaavana rakenteena kun pontteja ei kyetä upottamaan tavoitetasoon maapohjan kivisyyden tai lohkareisuuden vuoksi. Toinen käyttökohde on häiriintyvät ympäristöt, jossa pontitustärinää ei voida sallia. Tällöin settiseinän pystypalkkeina käytetään porapaaluja, jotka asennetaan porattavaa työputkea käyttäen. (RIL 263-2014, 50–51.)

3 TUKISEINIEN ERILAISET TUENTATAVAT JA ANKKUROINTI

Tukiseinä voidaan tukea vaakakuormia vastaan kaivannon ulkopuolisin vetoankkurein tai kaivannon sisäpuolisin puristusrakentein (kuvio 1). Ratakaivannon tukeminen ulkopuolelta on yleisempää ja se toteutetaan ulkopuolisilla ankkureilla. Ankkurit voivat olla kohtisuorassa tai vinosti tukiseinärakennetta vastaan. Ankkureina käytetään yleisesti esijännitysteräksiä, vetotankoja tai vaijereita. Ratakaivannoissa käytetään tavallisesti esijännittämättömiä ankkureita, sillä ne ovat nopeita rakentaa ja täten raideliikennettä häiritään mahdollisimman vähän. Tukiseinän tuentoihin lue-
taan myös tukiseinän alapään ankkurointi juuripultein. (Tran 2008, 38–40, perustuu Laatonen 2001.)



Kuvio 1. Vapaasti seisova tukiseinä sekä kolme eri tuentamenetelmää.

3.1 Ulkopuolinen tuenta

Ulkopuoliset vetoankkurit jaetaan kolmeen eri ryhmään ankkurityypeittäin. Suurin koevetovoima 4000 kN saavutetaan kallioankkurilla. Kallioankkurin kaltevuuskulma on yleensä 45° ja sen alapää injektoidaan sementtilaastilla tartuntapituuden verran kiinni kallioreikään. (RIL 263-2014, 61.)

Maa-ankkurit ankkuroidaan injektoimalla kitkamaakerrokseen. Ne ovat kapasiteetiltaan huomattavasti pienempiä kuin kallioankkurit. Maa-ankkurin koevetovoima tiiviissä kitkamaassa on enintään noin 700 kN (RIL 263-2014, 61). Laatusen (2001) mukaan maa-ankkurit eivät sovellu ratakaivantoon, sillä ne jäävät raiteen alle ja voivat näin vaikeuttaa myöhempää rakentamista.

Ankkurit kiinnitetään yleensä teräsponttiseinään vaakapalkkein. Yleisesti käytetään kiinnitysratkaisua, jossa tukiseinän mittaisen ehjän HEB-teräspalkin yläpuolelle hitsataan ankkurin kiinnitystuenta (kuva 1). Teräspalkki jäykistää tukiseinää vaakatasossa ja siirtää kuormat ankkureille. Tukiseinäsunnittelijan tulee mitoittaa ankkurin kiinnitysrakenteet sekä sallitut palkin jatkoskohdat. (RIL 263-2014, 61–62.)



Kuva 1. Kallioankkurein tuettu tukiseinä.

Ankkurointitasot asennetaan kaivannon avaamisen edetessä. Kaivantoa ei avata kaivuvaraa enempää ennen ankkureiden koevetoa. Myös poravaunun vaatimat konepedit on otettava huomioon kaivannon auki kaivun suunnittelussa.

Yksinkertaisin ulkopuolinen tuentamenetelmä ratakaivannoissa on vaakasuorien vetotankojen ankkuroiminen ratapenkereen vastapuolelle asennettuihin teräsponttiprofiileihin (kuva 2). Vetotankoina käytetään yleensä kierteistettyjä Gewi-tuotemerkin tankoja, jotka kiristetään päistä mutterein. Teräspontteihin polttoleikataan reikä vetotangolle ja solkipalkkeina käytetään UPE-profiilia. Vetotankoja löytyy 16 mm paksuudesta aina 63,5 mm:iin saakka. Tukiseinäsuunnittelija määrittää käytettävän tankopaksuuden. Tanko viedään ratapenkereen läpi joko poraamalla tai kiskon alta ratapölkkyjen välistä. Tällöin on asennettava suojaputki tankojen ympärille, jotta ne eivät missään tilanteessa osu kiskoihin ja sekoita raidevirtapiiriä. (Välimaa 2015.) Ratapenkereen läpi tuleva vastaponttiseinä on käytännössä aina suojamaadoitettava, mistä kerrotaan lisää kohdassa 3.5.



Kuva 2. Työnaikainen tukiseinä ankkuroituna vetotangoihin ratapenkereen vastapuolelle asennettuihin ponttiprofiileihin.

3.2 Sisäpuolinen tuenta

Sisäpuolisessa tuennassa tukiseinät tuetaan yhdeltä tai useammalta tasolta puristussauvoin, jotka ovat tavallisesti HEB-teräspalkkia. Myös pysyviä rakenteita, kuten kaivannon pohjalle tehtävää betonilaattaa, voidaan käyttää tuentatasona. Sisäpuolisen tuennan suunnittelussa on otettava huomioon kaivannon auki kaivun, maamassojen poissiirron ja rakenteiden rakentamisen vaatimat tilat, jotta tukirakenteet eivät kohtuuttomasti vaikeuta työskentelyä. Leveissä kaivannoissa on syytä käyttää järeitä vaakapalkkeja ja puristussauvoja, jotta tuentatasojen väli saadaan suureksi. (RIL 263-2014, 62–63.) HEB-profiili on aina asennettava siten että palkin uuma on kohtisuorassa teräsponttiin nähden. Tällöin profiili on sivusta katsottuna H:n muotoinen. Tämä johtuu siitä, että näin asennettuna palkin taivutusvastus on noin kolme kertaa suurempi kuin tilanteessa, jossa palkin uuma on teräspontin suuntaisesti.

Rataympäristössä sisäpuolista tuentamenetelmää käytetään usein pumppaamo-kaivannoissa. Ponttien asennustyössä teräspalkkikehikkoa käytetään ohjurina, jotta kaivannosta tulee oikean kokoinen. Palkkikehikko on syytä suunnitella niin, että samaa kehikkoa voidaan käyttää useissa kaivannoissa.

3.3 Tukiseinän ala- ja yläpään tuenta

Tukiseinän alapään tavoitetaso suunnitellaan yleensä siten, että ankkurivoimista syntyvä pystykuorma välittyy tukiseinässä kantavaan maakerrokseen tai kallioon. Jos kantava maakerros on hyvin syvällä, tukiseinään voidaan tehdä pystykuormien siirtorakenne ankkureiden kohdalle. Tämä toteutetaan esimerkiksi upottamalla ankkureiden kohdilla olevat pontit kantavaan kerrokseen muiden ponttien jäädessä ylemmälle tasolle. (RIL 263-2014, 64.)

Jos maan passiivipaine ei riitä tukemaan tukiseinän alapäätä, se voidaan ankkuroida kallioon juuripultein. Tällöin tukiseinä on saatava upotettua kallion pintaan saakka tai mahdollisimman lähelle sitä. Juuripultti voidaan asentaa teräsponttiin hitsatun asennusputken avulla, jonka kautta sille porataan reikä kallioon. Tämän jälkeen pultti juotetaan kiinni sekä kallioon että asennusputkeen. Kyseinen menetelmä ei sovi teräspontin upottamisen kannalta vaikeisiin olosuhteisiin, sillä asennusputki

vaikeuttaa pontin maahantunkeutumista. Tavallisesti juuripultti asennetaan erikseen maahan porattavien ja ylös nostettavien porausputkien avulla. Näin asennettu juuripultti ei kiinnity tukiseinään, vaan pultti kiilataan tukiseinään kaivannon loppukäivun yhteydessä. (RIL 263-2014, 65.)

Tukiseinän yläpää voidaan tukea esimerkiksi valmiiseen rakenteisiin, kuten siltaan. Kiinnitys valmiiseen rakenteeseen tulee suunnitella erikseen ja tähän on saatava lupa rakennuttajalta ja kyseisen rakenteen omistajalta (Tran 2008, 40, perustuu Laattunen 2001). Menetelmää käytetään muun muassa alikulkusillan luiskat vakauttavissa pysyvissä tukiseinissä. Teräsponttiseinälinja kulkee tällöin työvaran verran sillan päätypalkin takana. Pontin ja sillan väliin valetaan teräsbetoninen palkki. Ponttiseinä asennetaan liikennekatkossa yleensä ennen sillan siirtoa. Tämä on kustannustehokkain ratkaisu. Tällöin tukiseinän sijaintiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, niin että se sijoittuu päätypalkkiin nähden oikeaan kohtaan. Myös ponttien työnäkainen katkaisu on suunniteltava sillan siirtoa silmällä pitäen. Olemassa oleva tukiseinä lisää työvaiheita sillan siirrossa, sillä pontit on polttoleikattava ja tukipalkki valettava siirtokatkossa. Tämä on huomioitava sillan siirron aikataulutuksessa. (Väli-maa 2015.)

4 TUKISEINÄN ASENNUKSEN VALMISTELEVAT TYÖVAIHEET

4.1 Ennakoilmoituksen jättäminen

Ratatyö on suunniteltava ennakkoon niin, että sille on olemassa riittävät turvallisuus- ja työmaasuunnitelmat. Ratatyöt jaetaan kiireellisiin- ja ennalta suunniteltuun ratatyöhön. Tukiseinätyöt ovat käytännössä aina ennalta suunniteltuja ratatöitä. Ennalta suunnitellusta ratatyöstä laaditaan ennakkosuunnitelma Jetti-järjestelmään. Sen pohjalta liikennesuunnittelija luo ennakoilmoituksen. Siinä varmistetaan, että työlle tarvittavat työajat, liikennöinnin keskeytykset ja muut poikkeukselliset asiat on huomioitu. Kaikista ratatöistä tulee laatia ennakkosuunnitelma, myös radan sivussa tehtävistä, jos työkone tai sen osa voi ulottua ratatyön suojausalueeseen. Suunnitelma on jätettävä vähintään 14 vrk ennen ratatyön suunniteltua alkamisajankohtaa. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 46–47.)

Liikennevirasto on uudistanut vuonna 2014 vanhan ETJ-ennakoilmoitusjärjestelmän. Uusi junaliikenteen ennakkotietojärjestelmä JETI otettiin käyttöön kesäkuussa 2014. Sen tavoitteena on olla reaaliaikainen ja helppokäyttöinen informaatiokanava ratatöiden eri osapuolille. Projektin toisessa vaiheessa vetureihin ja ratatyökoneisiin asennetaan päätelaitteet, johon aikataulut ja ennakoilmoitustiedot päivittyvät reaaliaikaisesti. Tämä lisää turvallisuutta niissä tilanteissa, joissa tietoihin tulee muutoksia viime hetkellä. (Liikennevirasto 2015 JETI.)

4.2 Kaapelien esiin kaivu

Rautatiealueella kulkee Liikenneviraston omistamia ja käyttämiä suurjännite-, pienjännite-, tele- ja turvalaitekaapeleita. Kaapelien näytöt tulee tilata Liikenneviraston valtuuttamalta taholta seitsemän vuorokautta ennen haluttua näyttöä. Jos kaapeleita sijaitsee tukiseinän kohdalla, ne tulee kaivaa esiin ennen tukiseinätöiden aloittamista. Myös muiden toimijoiden kaapeleiden ja putkien sijainnit on varmistettava ennen töiden aloittamista. Ratakaapeleiden esiin kaivuun tulee varata riittävästi aikaa, sillä työ on tehtävä liikenteenohjauksen myöntämällä ratatyöluvilla. Työhön tarvitaan myös turvalaiteasentaja työtä valvomaan.

4.3 Tarvittavat suunnitelmat

4.3.1 Suunnitelma-asiakirjat

RIL 263-2014 (2014, 160) mukaan tukiseinän rakentamista varten suunnitelma-asiakirjoista tulee ilmetä seuraavat tiedot:

- tukiseinän sijainti
- seinälle asetetut laatuvaatimukset
- seinän alapään tavoitetaso ja yläpään katkaisukorko. Alapään tavoitetaso tulee yleensä olla määriteltä tutkimuskairauksin enintään 10 metrin välein
- mahdollisten ankkurien sijainnit, tyypit, juotos-, venymä- ja kokonaispituudet, mitoitus- ja koevetovoimat
- rakennepiirustukset vaakaturakenteista, ankkurien kiinnitysrakenteista sekä vaakapalkkien jatkoksista
- työohjeistus mahdollisesti vaadittavan vesitiiveyden saavuttamiseksi.

4.3.2 Tekniset työsuunnitelmat

Infraryl 2006 (2008, 88) määrää teknisistä työsuunnitelmista seuraavaa:

Vaatimus

.1 Kaikista yli 2 m syvistä kaivannoista ja kaikista louhintatöistä on laadittava tekninen työsuunnitelma, joka toimitetaan tilaajan edustajalle viimeistään viikkoa ennen työn aloittamista.

.1 R Rautatiesiltojen pohjarakenteissa on kaikista tuettavista kaivannoista laadittava ohjeen tarkoittamatekninen työsuunnitelma. Kaikki kaivu- ja tuentasuunnitelmat esitetään työvaiheittain ja niiden tulee perustua laskelmiin.

.2 Suunnitelman tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

kaivannon luiskakaltevuudet ja tukemistavat

kaivannon luiskien ja tukiseinien geotekninen mitoitus

tukiseinärakenteiden rakennemitoitus

rakennepiirustukset

kaivannon kuivana pitäminen

pohjaveden alentamissuunnitelma

yli kuukauden kestävässä pumppauksissa ympäristön pohjavedenpintojen havainnointi ja varottavien rakennusten siirtymisen tarkkailutoimenpiteet

kaivumassojen sijoitus ja

turvallisuus- ja ympäristöasiat.

.2 R Rautatiesiltojen pohjarakenteissa tulee teknisessä työsuunnitelmassa esittää *kohdan 42012.1.2 alakohdassa 2* esitettyjen asioiden lisäksi:

sivussa rakennettavan kannen sijoittaminen liikennöitävään rataan nähden

kaivannon luiskien ja tukiseinien geotekniset mitoituslaskelmat.

.3 Louhintasuunnitelmassa esitetään mm:

käytettävät räjähdysaineet ja -välineet

porareikien sijoitus (etenemät, reikävälit)

pohjan taso

panostustapa ja panosten sytytysjärjestys

nykyisten rakenteiden katselmukset ja

tärinämittaukset.

Rautatiealueella tehtävissä kaivutöissä on varmistettava, ettei rautatiejärjestelmälle aiheudu haittoja tehtävistä töistä. Kaivutöistä rautatiealueella on aina laadittava kirjallinen kaivusuunnitelma, joka toimitetaan liikenneviraston edustajalle ennen töiden aloittamista. Kaivusuunnitelma voi olla myös osa työmaasuunnitelmaa. Kaivusuunnitelmaan merkitään alueella olevat kaivuesteet ja rajoitteet, kuten johdot, kaapelit ja ratalaitteet. Siinä on esitettävä toimenpiteet, joilla estetään kyseisen rataosuuden liikennöitävyyden heikkeneminen. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 68.) Työ- ja laadunvarmistussuunnitelma liikennekatkossa suoritettavasta tukiseinätyöstä on esitetty liitteessä 1.

4.3.3 Tukirakenteiden kelpoisuuden osoittaminen

Kaivantojen tukirakenteiden kelpoisuusvaatimuksista Infraryl 2006 (2010, 16300.5) määrää seuraavaa:

Ohje

Kaivannon tuennassa laadun toteaminen perustuu ensisijaisesti suunnitelma-asiakirjojen toteutumisen ja materiaalien valvontaan sekä työsuorituksen menetelmävalvontaan.

Vaatimus

Mittaustulokset kootaan työmaalla ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan.

4.3.4 Turvallisuussuunnitelma

Tilaaaja laatii ennen rakennustyön valmistelua ja suunnittelua varten turvallisuusasiakirjan, joka sisältää rakennushankkeen ominaisuuksista ja luonteesta johtuvat turvallisuustiedot. Ennen varsinaisten rakennustöiden aloittamista päätoteuttaja laatii

työmaan turvallisuussuunnitelman. Siinä esitetään eri töiden ja työvaiheiden tekeminen siten, että ne voidaan toteuttaa turvallisesti ja aiheuttamatta vaaraa työmaalla työskenteleville tai työn vaikutuspiirissä oleville. Työvaihekohtaiset turvallisuussuunnitelmat tehdään:

- tuki- ja työtelineistä ja putoamisvaarallisista töistä
- elementtien asennustyöstä
- nostoista ja siirroista
- henkilönostoista
- kaivutöistä ja kaivantojen tuennasta
- purkutöistä
- räjäytystöistä
- hukkumisvaaran sisältävistä töistä
- sähkötapaturmavaarallisista töistä
- töistä kuiluissa sekä maanalaisissa tunneleissa ja rakennuskohteissa
- sukellustöistä
- painekammiossa suoritettavista töistä
- muista vastaavista töistä.

Kaikkien työmaalla työskentelevien on oltava tietoisia turvallisuusriskeistä ja turvallisuussuunnitelmien sisällöstä ja noudatettava annettuja ohjeita. Junaturvallisuuteen vaikuttavien kaivantojen tuentasuunnitelmat on hyväksyttävä liikennevirastolla tai tämän valtuuttamalla asiantuntijalla. (Infraryl 2006 2008, 82–83.)

4.3.5 Aluesuunnitelma

Työmaan aluesuunnitelma on urakoitsijan laatima kuvaus siitä, miten työmaan toiminnot sijoitetaan työmaa-alueelle. Se on työmaan sisäisten ja ulkoisten logistiikka-järjestelyjen sekä työ- ja turvallisuusjärjestelyjen tiedotusväline työmaalla toimiville. Aluesuunnitelma laitetaan esille työmaan keskeiselle paikalle, niin että se on kaikkien saatavilla. Suunnitelmaa päivitetään sitä mukaa, kun työmaa-alueen käyttö muuttuu. (Ratu C2-0299 2007, 2.)

Aluesuunnitelmassa esitetään rakennusalueelle johtavat ja rakennusalueella olevat tiet ja kulkuväylät sekä niiden erottamistarve työmaasta. Myös sosiaalityöt, vesi- ja sähköpisteet sekä materiaalien varastointipaikat kuvataan aluesuunnitelmassa. Työmaan turvallisuuden kannalta tärkeä asia on merkitä aluesuunnitelmaan työmaan osoite pelastusviranomaisia varten. Myös pelastustiet sekä ensiapuvälineiden ja sammutuskaluston sijainti merkitään suunnitelmaan. (Ratu C2-0299 2007, 2–3.)

Tukiseinätyömaan aluesuunnitelmaa laadittaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota teräsponnttien varastointiin. Materiaalit on sijoitettava niin, että ne ovat mahdollisimman lähellä työkohdetta. Teräsponnttilankut voivat olla jopa 16-metrisiä, joten niiden siirtely työmaalla on hankalaa. Hyvä aluesuunnitelma helpottaa työmaalla toimimista etenkin liikennekatkossa, jolloin pienellä alueella on paljon koneita töissä samanaikaisesti. Aluesuunnitelmaa laadittaessa on otettava huomioon tarvittavien murskeiden ja maanleikkauksesta syntyvien massojen varastointi, koneiden vaatimat työtilat ja konepedit sekä koneiden tulosuunta ratapenkereelle, minkä määrittää usein ratasähköjohtimien sijainti. (Välimaa 2015.)

4.4 Logistiikka

Teräsponntit kuljetetaan työmaalle raskailla puoli- tai täysperävaunuyhdistelmillä, mikä on otettava huomioon kuorman purkamista suunniteltaessa. Työmaatiet ovat usein liian ahtaita perävaunuyhdistelmille, joten kuorma voidaan joutua purkamaan yleiseltä tieltä. Tällöin liikenteenohjauksella on varmistettava yleisen liikenteen turvallisuus ja sujuvuus. Jos työskennellään vilkkaasti liikennöityjen tieosuuksien varrella, on syytä rakentaa riittävät kuormanpurkupaikat työmaa-alueelle. (Välimaa 2015.)

Ponttikuorman purkuun soveltuu parhaiten riittävän raskas pyöräkuormaaja trukkipiikein varustettuna. Sillä pystytään myös siirtämään pontteja, jos kuorma-auto ei pääse työkohteen läheisyyteen. Kuorman purkuun käytettävä aika on syytä minimoida, sillä usein kuorman purku pysäyttää muun työmaaliikenteen kyseisellä työmaatiellä, mikä aiheuttaa viivästyksiä muihin töihin. (Välimaa 2015.)

Teräsponnttien toimittajaa on syytä ohjeistaa kuormaamaan pontit välipuvin sopivan kokosiin nippuihin. Ratatyömailla paljon käytetty ponttiprofiili Larssen 603 painaa noin 65 kg/m. Jos työmaalla käytettävien ponttien pituus on 12 m, painaa viiden pontin nippu 3900 kg. Juurikaan tätä suurempia nippuja ei ole syytä tehdä, sillä muuten kuorman purkuun tarvitaan nosturi.

Pontit on järkevää varastoida suoraan niin lähelle työkohdetta, että pontitukseen käytettävän koneen ei tarvitse tehdä suuria siirtymiä uuteen ponttiin tarttuessaan. Jos tämä ei ole mahdollista, käytetään ”juontokonetta” pontin asennuskoneen apuna. Varsinkin pontiniskijää käytettäessä on perusteltua käyttää juontokonetta, sillä kyseisellä koneella liikkuminen on hidasta. Etenkin liikennekatkossa toimiessa työn tehokkuutta on mietittävä niin, että pontteja pystytään upottamaan käytettävissä olevassa ajassa mahdollisimman suuri määrä. Hyvään tulokseen päästään riittäväillä koneresursseilla, jolloin pontin asennuskoneet voivat keskittyä ainoastaan pontin upottamiseen ja muut koneet tekevät avustavat työt. (Välimaa 2015.)

4.5 Konepetien rakentaminen

Konepetien on oltava riittävän kantavia raskaita koneita varten. Konepedit rakennetaan suodatinkankaasta sekä esimerkiksi 0–150 mm murskeesta. Konepedit on mitoitettava työssä käytettävän kaluston mukaan. RTG Rammtechnik GmbH:n (2/2014) tuote-esitteen mukaan pontiniskijä Bauer RTG 19:n työpaino on 60,5 tn. Konepetien on oltava mahdollisimman tasaisia etenkin kaivinkoneella pontittaessa, jotta päästään tehokkaaseen lopputulokseen. Koneen kuljettajan on ohjattava ponttia pystysuoraan pääpuomia, kaivuupuomia sekä ponttivasaraa kääntämällä, joten helpointa tämä on silloin, kun kone itsessään on vaakatasossa.

5 TUKISEINÄN ASENNUS TERÄSPONTEISTA

Tässä kappaleessa käsitellään teräspontin asennukseen liittyviä asioita. Alussa esitellään ratatyömailla yleisimmät teräspontin asennukseen käytettävät koneet. Tämän jälkeen käydään läpi, mitä ratatyömenettelyä asennuksessa käytetään. Menetelmät ovat turvamiesmenettely, ratatyölupa ja liikennekatko. Työn vaatima menetelmä riippuu tukiseinän ja sen asennukseen käytettävän koneen etäisyydestä liikennöityyn raiteeseen. Lopussa käydään läpi sähköistetyllä radalla työskentelemisessä huomioon otettavia seikkoja ja turvallisuusmääräyksiä.

5.1 Käytettävä kalusto

5.1.1 Tela-alustainen kaivinkone

Yleisin teräsponttien upotukseen käytettävä laite on ponttivasaralla varustettu kaivinkone. Tunnetuin alan valmistaja on suomalainen Movax, joka valmistaa sivuottovibroja. Laitteen toiminta perustuu sen kehittämään tärinään, jonka taajuutta muokkaamalla pystytään lävistämään erilaisia maakerroksia tehokkaasti. Tehokkain kone tyyppi ponttivasaran käyttöön on riittävän raskas (noin 22–32 tn) tela-alustainen kaivinkone. Tällä yhdistelmällä voidaan helposti upottaa raskaita ponttiprofiileja 12 metrin mittaan saakka. Laite soveltuu pontin upottamiseen sekä ylös nostoon. Samaa laitetta muokkaamalla voidaan myös upottaa muun muassa teräsprofiileja sekä teräs- ja puupaaluja. Työvaihe aiheuttaa huomattavaa tärinää maaperään, joten se ei sovellu tärinäherkkien kohteiden läheisyyteen.

5.1.2 Kiskopyöräkone

Kiskopyöräkone on pyöräalustainen kaivinkone, jossa on lisälaite, joka mahdollistaa koneen liikkumisen kiskoilla. Ponttivasaralla varustettu kiskopyöräkone on tehokas kone pontin asennukseen vaikeisiin maastokohteisiin, jonne ei työn keston takia kannata rakentaa työmaatietä ja konepetejä. Tällaisia kohteita ovat muun muassa

vastaponttien asentaminen ratapenkereen toiselle puolelle. Kiskopyöräkoneen lyöntikapasiteetti Larssen 603 -ponttiprofiililla jää noin 8 metriin.

5.1.3 Pontiniskijä

Pontiniskijä on nimitys pontitukseen suunnitellulle tela-alustaiselle koneelle (kuva 3). Yleisin Suomessa käytettävä konetyyppi on Bauer-pilecon valmistama RTG 19. RTG Rammtechnik GmbH:n (2/2014) tuote-esitteen mukaan Bauer RTG 19:llä voidaan asentaa 19-metrisiä pontteja ja koneen maksimi ponttiin kohdistama painovoima on 140 kN. Koneen toiminta perustuu täryvasaraan, jonka synnyttämän tärinän ansiosta pontti läpäisee maakerrokset. Täryvasara liikkuu ohjatusti pysty-puomissa paalutuskoneen järkäleen tavoin. Kone soveltuu raskaiden ja pitkien ponttien asennuksiin, joihin kaivinkoneet eivät pysty. Kyseisellä koneella voidaan myös asentaa muun muassa porapaaluja vaihtamalla puomiin eri varustus.



Kuva 3. Pysyvän teräsponsin asennusta liikennekatkossa pontiniskijällä.

5.1.4 Muut menetelmät

RIL 263:n (2014, 160) mukaan hydraulinen pudotusjärkäle (paalutuskone) soveltuu pontitukseen koheesiomaassa. Riskinä tässä menetelmässä on pontteihin syntyvät

muodonmuutokset sekä seinän voimakas kallistuminen. Tärinänsä perustuvat menetelmät ovat lähes syrjäyttäneet lyömällä tapahtuvan pontin asennuksen.

Nosturiin asennettavalla ponttivasaralla voidaan asentaa teräspontteja vaikeisiin kohteisiin, jonne ei koneella pääse lähelle. Käyttökohteita ovat vesialueen keskelle tehtävä tukiseinät. Menetelmä on Suomessa vähän käytetty.

5.2 Turvamiesmenettelyllä tehtävät työt

Turvamies on henkilö, joka varoittaa radalla tai sen läheisyydessä työskenteleviä lähestyvistä junista. Turvamiehenä voi toimia henkilö, joka on hyväksytysti suorittanut koulutuslaitoksen järjestämän turvamieskoulutuksen. Turvamiehellä on oltava oranssi vaatetus, punainen opastelippu junan pysäyttämiseen, RAILI-puhelin tai matkapuhelin, äänimerkinantolaitte ja liikennemerkki nro 311, jos työskennellään taso-risteyksessä. Turvamiehen turvaamasta työstä ei anneta ennakoilmoitusta tai Rt-ilmoitusta. Turvamiespätevyys on voimassa viisi vuotta, jonka jälkeen on osallistuttava kertauskurssille pätevyyden säilyttämiseksi. Turvamies on nimitettävä kirjallisesti tehtäväänsä ennen töiden aloittamista. Asiakirjasta tulee selvittää turvamiehen nimi, työpaikka, työaika, varustus sekä muut työn kannalta oleelliset tiedot. Asiakirjan allekirjoittavat turvamiehen nimeäjä sekä turvamies. Turvamies voidaan määrätä tehtävään korkeintaan viikoksi kerrallaan. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 71–73.)

Turvamiesmenettelyä voidaan käyttää rataosuuksilla, joiden nopeusrajoitus on enintään 140 km/h. Turvamiesmenettelyä ei voida käyttää paikoissa, joissa ei ole riittävää väistö- tai näkemäaluetta. Junan havaitsemista vaikeuttavat sääolosuhteet kuten sumu tai matalalla paistava aurinko, voivat estää turvamiesmenettelyllä tehtävän työn. Turvamiestehtävää suorittava henkilö ei saa osallistua muuhun työntekoon tai toimintaan tehtävää suorittaessaan. Turvamiehellä on oltava näköyhteys työryhmään sekä mahdollisuus äänimerkin antamiseen, jotta voidaan varmistua siitä, että kaikki havaitsevat käskyn siirtyä väistöalueelle. Turvamies osoittaa ennen

töiden aloittamista väistöalueen, jonne työntekijät ja työkoneet siirtyvät junan tullessa. Väistöaluetta ei saa osoittaa sellaiseen paikkaan, jonne siirtyminen voi olla hidasta vaikeakulkuisen maaston tai esteen takia. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 71–73.)

Turvamiesmenettelyä käytetään tukiseinätyömailla yleensä turvaamaan mahdollisen työkoneen kaatumisen junaradalle. Turvamiestä on käytettävä tilanteessa, jolloin kaatuva teräspontti voi ulottua RSU:n sisäpuolelle. Junan saapuessa turvamies käskyttää työkoneen lopettamaan työskentelyn junan ohittaessa työkohteen. Turvamiesmenettelyllä voidaan asentaa teräspontteja ainoastaan RSU:n ulkopuolelle. (Välimaa 2015.) Sähköistetyllä radalla työskenneltäessä on huomioitava myös työkoneen maadoitus, josta lisää kohdassa 3.4.

5.3 Liikenteenohjauksen ratatyöluvalla tehtävä työ

Liikenneviraston ohjeen 1/2012 (2012, 57) mukaan ratatyöhön on oltava liikenteenohjauksen lupa jos työ

- vaarantaa tai estää liikennöinnin
- tehdään koneellisesti siten, että kone tai sen osa voi ulottua aukean tilan ulottumaan
- vaikuttaa radan rakenteeseen
- kohdistuu käytössä olevaan turvalaitokseen
- tehdään ajoneuvolla tai työkoneella matkustajalaiturilla
- edellyttää liikennöinnin keskeyttämistä työturvallisuuden takaamiseksi

Ratatyöstä on oltava tehtynä kohdan 4.1 mukainen ennakoilmoitus, jotta työ voidaan toteuttaa. Liikenneviraston ohjeen 1/2012 (2012, 56–59) mukaan ratatyötä tekevän yrityksen on nimettävä ratatyölle ratatyöstä vastaava. Hän huolehtii viestinnästä oman ratatyöalueensa ja liikenteenohjauksen välillä. Ratatyöstä vastaavan on oltava ratatyöalueella tai sen läheisyydessä ja hänen on arvioitava oman sijaintinsa vaikutus ratatyön turvallisen suorittamisen kannalta. Hänellä on oltava mukana ajantasaiset liikenteenohjauksen yhteystiedot, suorittajan reittilista, Rt-ilmoitus ja

RAILI-puhelin. Jos ratatyöstä vastaavaa vaihdetaan, Rt-ilmoitukseen kirjatun henkilön on ilmoitettava muutoksesta liikenteenohjaukselle. Rt-ilmoituksesta on käytävä yksiselitteisesti selville, kuka on kyseisen työn nykyinen ratatyöstä vastaava.

Ennen ratatyöluvan myöntämistä ratatyöstä vastaavan on suojattava työalue, mikä tehdään yleensä oikosulkujohtimin. Tällöin rataosuus näkyy suljettuna liikenteenohjaajan taululla. Ratatyöstä vastaava kirjautuu RAILI-verkkoon ja pyytää lupaa ratatyöhön liikenteenohjaukselta. Luvan saatuaan hän merkitsee ratatyön alkamisajan Rt-ilmoitukseen. Luvan päättyessä ratatyöstä vastaava ilmoittaa liikenteenohjaukselle ratatyön päättyneeksi ja merkitsee kellonajan ilmoitukseen. Ennen ratatyön päättymisestä ilmoittamista radan kunto ja liikennöitävyys on tarkastettava tarvittavat pätevyudet omaavan henkilön toimesta. Päälysrakenteeseen vaikuttavissa töissä tarkastuksen tekee päälysrakennepätevä henkilö. Ratatyöstä vastaava on vastuussa siitä, että tarkastus on tehty ennen ratatyön päättymistä. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 53–60.)

Jos ratatyöalueella työskentelee useita työryhmiä tai urakoitsijoita samanaikaisesti, ratatyöstä vastaavan on varmistuttava siitä että kaikki ovat lopettaneet työskentelyn ennen ratatyöluvan päättymistä (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 58). Tässä tapauksessa kaikkien alueella työskentelevien urakoitsijoiden on osallistuttava pää-toteuttajan järjestämään yhteensovituspalaveriin, jossa työt yhteensovitetaan niin, ettei synny päällekkäisyyksiä.

Ratatyöluvilla voidaan tehdä tukiseinätöitä, jotka sijaitsevat aukean tilan ulottuman (ATU) ulkopuolella. Vilkaasti liikennöidyillä rataosuuksilla työluvut ovat lyhyitä, joten työt etenevät hitaasti ja koneille tulee paljon odotustunteja. Joissakin tapauksissa töitä tehdään yöaikaan, jolloin työluvia on enemmän saatavilla. Ratatyöluvalla voidaan myös asentaa teräspontteja kiskopyöräkoneella kiskoilta. Työn etenemisvauhdin määrittävät käytettävissä olevat työluvut. (Välimaa 2015.)

Kohteissa, joissa tarvitaan jännitekatkoa eli pontit ulottuvat asennusvaiheessa suojaetäisyyttä lähemmäs ratasähköjohtimia, on otettava huomioon jännitekatkon vaatima noin 15 minuutin asennusaika työluvan alkaessa sekä päättyessä. Jos tukisei-

nää asennetaan pitkästi radan suuntaisesti sähköjohtimien suojauspuolelle, erotusjakso voi tulla kysymykseen. Tällöin vältetään jännitekatkon tekemiseltä ja purkamiselta jokaisella työluvalla. Erotusjaksosta lisää kohdassa 3.5.

5.4 Liikennekatkossa asennettava tukiseinä

Liikennekatko on työn tilaajan antama mahdollisuus työskennellä ratatyön suojauspuolella ilman junaliikenteestä aiheutuvaa häiriötä. Liikennekatkot ovat aina viikonloppuisin tai pyhäpäivinä, jolloin raideliikenteelle syntyvät haitat minimoidaan. Liikennekatkojen pituus vaihtelee, mutta yleensä ne ovat noin 12–20 tunnin mittaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että kun viimeinen juna on ohittanut työkohteen, voidaan rata purkaa kyseiseltä paikalta, mutta sen on oltava liikennöitävässä kunnossa jälleen 20 tunnin päästä. Liikennekatkossa tehtäviä töitä ovat muun muassa sillan siirrot, osa tukiseinätoista, vaihteen vaihtotyöt, massanvaihdot ja rumputyöt liikennöitävälle raiteelle. Tilaaja määrittää urakoitsijan käytettävissä olevat liikennekatkot urakan laskentavaiheessa. Työjärjestys on suunniteltava niin, että kaikki liikennekatkon vaatimat työt tulevat tehdyksi. Liikennekatkoja ei ole saatavilla lisää, joten kaikkien töiden on onnistuttava annettujen katkojen aikana. (Välimaa 2015.)

Liikennekatkossa asennettavia tukiseiniä ovat kaikki ratapenkereen kohtisuorasti lävistävät seinät ja muut aukean tilan ulottuman (ATU) sisäpuolelle ulottuvat tukiseinät (kuva 4). Liikennekatkotöihin valmistautuminen on aloitettava hyvissä ajoin. Teräsmateriaalit on tilattava vähintään 2 viikkoa ennen liikennekatkoa, jotta voidaan varmistua siitä, että materiaalit on käytettävissä liikennekatkossa. Myös mahdollinen aliurakoitsija pontin asennukseen on varattava useita viikkoja ennen katkoa. Liikennekatkoon on syytä varata urakoitsija, jolla on riittävästi varakalustoa ja resursseja mahdollisen konerikon selvittämiseksi, jotta katkotyö ei epäonnistu esimerkiksi ponttivasaran hajoamisen seurauksena. Jos työskennellään sähköistetyllä radalla ja tarvitaan sähköjohtimien siirtoja, on tätä varten varattava sähköurakoitsija johtimien siirtoon. Työryhmään kuuluu lisäksi 1–2 polttoleikkausvälinein varustettua rakennusammattimiestä, mittamies, työnjohtaja, päällysrakennepätevä henkilö sekä mahdollisesti kaivinkoneita, pyöräkuormaaja ja ratatyömiehiä. (Välimaa 2015.)

Ennen liikennekatkoa katkossa suoritettavista töistä laaditaan minuuttiaikataulu, joka toimitetaan myös tilaajan edustajalle. Aikataulussa on huomioitava myös mahdollisten ratatöiden vaatimat aikatauluvaraukset katkon alussa sekä lopussa. Katkoa edeltävällä viikolla tarvittavat kiviainekset toimitetaan työkohteelle aluesuunnitelmassa osoitettuihin paikkoihin. Jos pontitus suoritetaan ratapenkereen läpi pontiniskijällä, kiskot on katkottava elementteihin ennen katkoa. Tämä johtuu siitä että pontiniskijällä ponttia asennettaessa on päästävä ratapenkereelle koneella, joten raide-elementit täytyy poistaa. Kaivinkoneeseen asennettavalla ponttivasaralla ratapenkereen lävistävä pontitus onnistuu ratapölkkyä siirtämällä ratapenkereen sivusta. (Välimaa 2015.)

Pontitustyön kestolle on vaikea määritellä yksikkökohtaista työaikaa, sillä pontin tunkeutumisenopeus vaihtelee suuresti pohjaolosuhteista riippuen. Tästä syystä liikennekatkoon on syytä varata riittävästi resursseja, jos maaperä osoittautuu tiiviiksi, ja työn eteneminen on hidasta. Löyhässä maassa taas pontin uppoaminen liian syvälle koituu ongelmaksi ja pontti voi jopa hukkua maahan, mikä aiheuttaa lisätyötä. Jos työn toteutus vaatii radan yläpuolella kulkevien sähköjohtimien siirtoa, on se otettava huomioon pontin asennuksen työjärjestystä suunniteltaessa. (Välimaa 2015.)

Katkon työjärjestys on suunniteltava huolellisesti etukäteen. Tarvittavat konepedit rakennetaan valmiiksi katkoa edeltävällä viikolla. Ennakkoon suunnitellaan, kummalta puolelta ratapenkerettä pontin asennuskoneet työskentelevät. Tämän määrittää ratasähköjohtimien sijainti, koska pitkää ponttia on vaikeaa käsitellä sähköjohtimien alapuolella. Työjärjestys suunnitellaan siten, että sähköjohtimia ei tarvitse siirtää kuin yhden kerran. Kaivinkoneita tarvitaan, jos raide-elementit ja ratapenger puretaan. (Välimaa 2015.)

Raide-elementtien purku tehdään raidenosturilla tai autonosturilla. Tässä tapauksessa katkon loppuun on varattava aikaa ratapenkereen rakentamiseen ja tiivistykseen. Myös rakennekerrosten kastelu on järjestettävä tiivistyksen yhteydessä. Ratapenkereen rakennekerroksia varten työmaalla on oltava valmiina kiviainesmateriaalit eristys- ja välikerrosta sekä tukikerrosta varten. Pohjasepelöinti on tehokkainta tehdä kaivinkoneella, jossa on leveä luiskakauha. Pohjasepeli tasataan 20–50 mm pölkyn alapinnan lopullisen geometrian alapuolelle, jotta raiteen tukemiskoneella päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Teräsponteille on syytä tehdä

työnaikainen katkaisu vähintään 550 mm radan korkeusviivan alapuolelta, jotta tukemiskoneen hakut eivät osu pontteihin. (Välimaa 2015.)



Kuva 4. Pysyvän teräsponttiseinän asennus ponttivasaralla liikennekatkossa.

5.5 Pontin asennuksesta aiheutuva tärinä

Pontin asennuksesta aiheutuu merkittävää tärinää maaperään. Tärinä aiheuttaa maan tiivistymistä etenkin veden kyllästämissä löyhissä ja keskitiiviissä hiekkamaissa. Tiivistymiseen vaikuttaa tärinän suuruus, maapohjan tiiviys ja tärinäsykkien määrä. Tiivistyminen voi olla huomattavan suurta, joten tiivistymisriski tulee ottaa huomioon kaivannon suunnittelussa. Pontituksesta syntyvä tärinä voidaan selvittää pohjatutkimuksen yhteydessä tehtävällä koeponnituksella ja samanaikaisella tärinä- sekä painumamittauksella. (RIL 263-2014, 35.)

Työskenneltäessä tärinälle herkkien rakenteiden, kuten vanhojen rakennusten lähellä on syytä suorittaa kiinteistökatselmuksella työn vaikutuspiirissä oleville rakennuksille ennen töiden aloittamista. Rakennuksien perustuksiin on suositeltavaa asentaa tärinämittarit, jotta töistä aiheutuvat todelliset tärinät voidaan mitata. Kiinteistökatselmuksista sekä tärinämittauksista laaditaan asianmukaiset dokumentit.

5.6 Ponttiseinän kallistumisen estäminen

Ponttiseinällä on asennusvaiheessa taipumus kallistua pontituksen etenemissuuntaan. Kallistumista voidaan vähentää aloittamalla asennus keskellä seinälinjaa olevasta pontista. Seuraavat pontit asennetaan vuorotellen aloituspontin kummallekin puolelle. (RIL 263-2014, 161.) Kallistumista voidaan ehkäistä myös upottamalla pontit usean pontin ryhminä vaiheittain maahan.

5.7 Maadoitus ja jännitekatko

Suomessa kaikilla sähköistetyillä rataosuuksilla on 25 000 voltin jännitteellä toimiva ratajohtojärjestelmä. Työhön perehdytetyn henkilön pienin työskentelyetäisyys ajojohtimiin, kääntöorsirakenteisiin sekä paluu- ja vastajohtimiin on 2 metriä. Työkoille vastaava suojaetäisyys on 3 metriä (liite 2). Tämä suojaetäisyys tulee säilyä kaikissa työn vaiheissa ja se tulee arvioida ennen töiden aloittamista. Ajolanka on normaalisti asennettu 6,15 metrin etäisyydelle kiskon pinnasta. Sähköistetyllä radalla työskentelevien henkilöiden tulee olla perehdytetty sähköratajärjestelmään.

Jos työkone voi ajovirheen, teknisen vian tai kaatumisen seurauksena ulottua suojaetäisyyttä lähemmäs jännitteisiä osia, työkoneen runko on maadoitettava vähintään 25 mm² Cu-johtimella paluukiskoon tai sähköratapylvääseen, jotka ovat yhteydessä M-johtimen välityksellä. Maadoituksen saa tehdä vain tehtävään opastettu henkilö. (Turvallinen työskentely sähköistetyllä radalla 2013, 17–18.)

Jännitekatko vaaditaan aina kun pienin sallittu työskentelyetäisyys alitetaan. Jännitekatkopyyntö on kytkentäehdotuksen tekijälle osoitettu pyyntö, joka koskee määritellyn kytkentäryhmän tai johdinosuuden tekemistä jännitteettömäksi. Pyyntö tehdään jännitekatkolomakkeella. Jännitekatkopyyntöä laadittaessa on huomioitava seuraavat asiat: katkoaika, työalue, työn laatu, työstä vastaava henkilö, työmaadoituksen tekijät, katkon kuittauspaikka, sähköturvallisuushenkilö, pyynnön tekijä sekä liikenteenhoidon hyväksyminen. Katkoaikaa suunniteltaessa on huomioitava kyseisenä ajankohtana käytössä olevat ratatyöluvut. Pyyntö on tehtävä kytkentäehdotuksen laatijalle viimeistään maanantaina kaksi viikkoa ennen työviikkoa, jolloin työ on tarkoitus suorittaa. (Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 22 2009, 19–22.) Jos teräspontin asennustyöhön vaaditaan jännitekatko, töiden aikataulullinen yhteensovittaminen on tärkeää. Tällöin on varmistettava kahta viikkoa ennen, että työhön tarvittavat materiaalit, kalusto ja henkilökunta ovat valmiina työsuoritukseen jännitekatkon alkamishetkellä.

Kun käyttökeskus on erottanut ajojohtimen jännitteestä jännitekatkoilmoituksen mukaisella johto-osuudella, todetaan sähköratalaitteiston osan jännitteettömyys hyväksytyillä jännitteenkoettimella. Tämän jälkeen johdin on työmaadoitettava mahdollisimman pian. Työmaadoittamisella tarkoitetaan hyvin sähköä johtavan yhteyden tekemistä maan ja virtapiirin välille. Tämä on tärkeä toimenpide turvallisuuden kannalta, sillä muista varotoimenpiteistä huolimatta työkohteeseen voi päästä jännite erehdyksen, eristyksen pettämisen, johtimien kosketuksen tai muun syyn seurauksena. Työmaadoitukset tekee sähköalan ammattihenkilö hyväksytyillä maadoitusvälineillä. Maadoitusten on oltava työalueen molemmiin puolin niin lähellä, että työntekijät voivat nähdä ne. (Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 22 2009, 22–29.)

Tehtyään työmaadoituksen maadoituksen tekijä selvittää työstä vastaavalle henkilölle maadoitusten sijainnit, työskentelyalueen rajat ja antaa luvan aloittaa työt. Molemmat kuittaavat työn aloitusluvan jännitekatkoilmoituslomakkeeseen päivämäärällä ja kellonajalla varustettuna. Työmaadoitusten purkamista ei saa aloittaa ennalta sovitun kellonajan perusteella, vaan työstä vastaava henkilö ilmoittaa töiden päättymisestä kirjallisesti maadoitukset poistavalle sähköalan ammattihenkilölle. Molemmat kuittaavat ilmoituksen jännitekatkoilmoituslomakkeeseen. (Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 22 2009, 18–29.)

5.8 Erotusjakso

Erotusjakso on rakenne, jossa ajojohdin on vierekkäisten syöttöalueiden rajalla eristetty pituus suunnassa kahdesta peräkkäisestä kohdasta, joiden väliin jää maadoitettu alue. Virransyöttö katkeaa erotusjakson kohdalla, joten sen paikka on valittava niin, että juna kykenee rullaamaan sen ohi. Rullauksen vaatiman kiihdytysmatkan takia erotusjakson minimietäisyys opastimista riippuu kaarresäteestä ja radan pitkitäiskaltevuudesta. (Liikenneviraston ohjeita 21/2013 2013, 49–50.)

Erotusjakson alla voidaan siis suorittaa töitä ilman erikseen rakennettavaa jännitekatkoa, sillä alue on pysyvästi maadoitettu. Erotusjakson rakentaminen tulee kustannustehokkaaksi ratkaisuksi, jos ratapenkereen tukevaa tukiseinää rakennetaan pitkästi radan suuntaisesti ja paikka on erotusjakson rakentamiseen soveltuva.

5.9 Suojamaadoitus

Sähköradalla suojamaadoitus tehdään yhdistämällä rakenne 25 mm² kuparijohtimella paluukiskoon joko suoraan tai M-johtimen välityksellä. Suojamaadoitettavia kohteita ovat sellaiset rakenteet, jotka voivat tulla jännitteiseksi suoran ylilyönnin kautta tai ajojohtimen katketessa ja sen pudotessa tai sinkoutuessa. Jännitteelle alttiiden osien lisäksi on suojamaadoitettava sellaiset rakenteet, jotka laajuutensa vuoksi voivat oleellisesti levittää pudonneen jännitteisen osan potentiaalia vikakohdaksi kauemmaksi. Alueella missä ihmisiä liikkuu usein, jännitteelle altis osa on suo-

jamaadoitettava varmistetusti. Se tehdään vähintään kahdella sähköiset ja mekaaniset vaatimukset täyttävällä maadoitusjohtimella. (Liikenneviraston ohjeita 21/2013 2013, 81–82.)

Paluukiskoon maadoittaminen tarkoittaa liittämistä paluukiskoon, M-johtimelliseen pylvääseen tai M-johtimeen.

Metalliosat on suojamaadoitettava paluukiskoon seuraavanlaisissa tapauksissa:

- Rakenne tai sen osa sijaitsee alle 5 metrin päässä sähköistetyn raiteen keskiviivaa.
- Rakenne tai sen osa sijaitsee alle 2,5 metrin päässä 25 kV-jännitteisestä osasta.
- Rakenne tai sen osa sijaitsee sivusuunnassa alle 1,5 metrin päässä paluujohtimesta.

Sähköradalla työskennellessä on erityisesti varottava suojamaadoitusjohtimien vahingoittamista. On varmistettava, että kaikki rakenteet on maadoitettu vaatimusten mukaan, sillä vikatapauksissa puuttuvat tai vaurioituneet suojamaadoitukset aiheuttavat vaaratilanteita. (Liikenneviraston ohjeita 21/2013 2013, 81–82.)

Tukiseinät on suojamaadoitettava, jos ne täyttävät edellä luetellut vaatimukset. Työkohteen työnjohtaja vastaa suojamaadoituksen toteuttamisesta. Tähän on valmistauduttava hankkimalla riittävä määrä maadoituskaapelia työkohteelle. Myös maanpinnan alle jäävät pysyvät tukiseinät on maadoitettava, jos teräsponttien päät jäävät väliaikaisesti näkyviin ennen lopullista katkaisua oikeaan korkoon. Jos tukiseinä ei ole yhtenäisesti ponttiuraan asennettu, on huolehdittava siitä, että kaikki tukiseinän erilliset osat tulevat maadoitetuksi. Erilliset osat voidaan yhdistää maadoitusjohtimella toisiinsa, jolloin vältetään usean eri maadoituskaapelin vetämistä paluukiskoon. (Välimaa 2015.)

6 RATATYÖMAAN TYÖTURVALLISUUS

6.1 Liikkuminen ja työskentely

Liikkuminen ja työskentely tulee tapahtua ensisijaisesti ratatyön suojaulottuman (RSU) ulkopuolella. Radan ylittämiseen tulee käyttää ensisijaisesti tasoristeyksiä. Työskentely ratatyön suojaulottumassa on sallittua vain turvamiesmenettelyn avulla tai jos liikenteenohjaus on antanut luvan ratatyöhön. Matkapuhelimien, viestivälineiden ja tietojen tallentimien käyttö ratatyön suojaulottumassa on kielletty, ellei työtehtävän suorittaminen sitä erikseen vaadi. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 14.)

6.2 Työkoneet

Työkoneella tapahtuvaan työhön vaaditaan liikenteenohjauksen lupa, jos kone tai sen osa voi ulottua ratatyön suojaulottuman sisäpuolelle. Jokaiselle työkoneelle on erikseen määriteltävä turvallinen työskentelyetäisyys liikennöidystä raiteesta. Etäisyyden arvioinnissa on huomioitava työskentelyolosuhteet, työympäristö, maaston muodot, tehtävä työ ja käytettävät lisälaitteet. Turvallinen työskentelyetäisyys on merkittävä turvallisuussuunnitelmaan. Työskenneltäessä liikennöitävän raiteen läheisyydessä siten, että kone voi ylittää ratatyön suojaulottumaan, koneella on oltava turvamies ja koneen on keskeytettävä työskentely rautatieliikenteen ohituksen ajaksi. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 64–66.)

Työkoneille on tehtävä työturvallisuusmääräyksissä vaaditut tarkastukset. Päätönteuttaja vastaa siitä, että koneille ja työvälineille on tehty vastaanotto- tai käyttöönottotarkastukset. Työkoneiden kuntoa ja turvallisuutta seurataan myös työmaan kunnossapitotarkastuksissa ja normaalin valvonnan yhteydessä. Vastaanotto- ja käyttöönottotarkastuksissa tarkastetaan tavanomaisten tarkastuskohteiden lisäksi koneiden rajoittimet, valaisimet, varoituslaitteet sekä maadoitukset. Valaisimien on oltava sellaiset, etteivät ne häiritse rautatieliikennettä. Tarkastuksissa varmistetaan myös, että koneissa on alkusammutin ja ensiapulaukku. Suoritetuista käyttöönotto-

ja vastaanottotarkastuksista pitää olla tarkastuspöytäkirjat työmaalla tai työkohteessa. Koneissa tulee olla CE-merkintä ja käyttöohjeet mukana. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 67.)

6.3 Henkilökohtaiset varusteet

Jokaisella rautatiealueella työskentelevällä tulee olla kuvallinen henkilötunniste. Tunnisteesta on käytävä ilmi työntekijän nimi, työnantaja, voimassaoleva ratatyöturvallisuuspätevyys sekä veronumero. Rautatiealueella tulee käyttää SFS-EN 471/3/ mukaista CE-merkittyä luokan 2 tai 3 suojavaatetusta. Oranssi vaatetus kuuluu rautatiealueella turvamiestehtävää suorittavalle turvamiehelle. Muissa tehtävissä olevien on käytettävä keltaista varoitusvaatetusta. Kaikilla työmaalla työskentelevillä tulee olla vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 16–17.)

6.4 Pätevyudet ja perehdyttäminen

Rautatiealueella työskentelevällä tulee olla työn edellyttämä ammattitaito, pätevyudet sekä terveydentila. Urakoitsijan henkilöstöltä vaaditaan voimassa oleva työturvallisuuskortti. Kaikilla rautatiealueella työskentelevillä tulee olla kerrallaan viisi vuotta voimassa oleva ratatyöturvallisuuspätevyys. Tie- ja katualueella työskentelevillä tulee olla tarvittavat Tieturva-pätevyudet. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 27–28.) Muita tukiseinätoissa vaadittavia pätevyksiä ovat:

- tulityökortti
- hitsauspätevyys
- maarakennuspätevyys
- päällysrakennepätevyys
- turvamiespätevyys
- ratatyöstä vastaavan pätevyys.

Työnantajan on huolehdittava oman henkilöstönsä ja alihankkijoiden pätevyyksistä. Päätoteuttajan on valvottava pätevyysien voimassa oloa. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 28.)

Urakoitsijan tai muun rautatiealueella työskentelevän suorittajan tulee perehdyttää henkilökuntansa ja muut työmaalla työskentelevät työmaahan ja sen olosuhteisiin liittyviin vaaroihin ennen töiden aloittamista. Perehdyttämisen aiheita ovat muun muassa rautatiealueen työskentelyolosuhteet, työskentelyn riskit sekä työskentelyyn liittyvät turvallisuusohjeet. Perehdyttämisen yhteydessä käydään läpi työmaan turvallisuussuunnitelmat, riskienarvioinnit sekä työvaihesuunnitelmat. Perehdyttämisestä on laadittava kirjallinen dokumentti, josta ilmenee perehdyttämisen osallistujat, ajankohta, laajuus sekä laatu. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 43.)

6.5 Ratatyöalueen erottaminen

Ratatyöalue on erotettava liikennöidystä raiteesta käyttäen suoja-aitaa tai muuta sopivaa rakennetta. Lippusiimaa saa käyttää vain jos suoja-aidan käyttäminen ei ole mahdollista jonkin työvaiheen tai työtavan takia. Erottamista ei vaadita, mikäli työ on lyhytkestoinen tai ratatyöalue on liikkuva. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 60.)

6.6 Sijainnin määrittely ja toiminta vaaratilanteessa

Sijainnin määrittelyllä on ratatyön turvallisuuden kannalta suuri merkitys. Sijainti määritellään ilmoittamalla liikennepaikka tai liikennepaikkaväli, jota tarkennetaan ratakilometritiedolla sekä käyttäen tunnettuja sijainteja kuten vaihteiden ja opastimien tunnuksia. Ratakilometritiedot löytyvät kaikista sähköratapylväistä. Suunnan määrittelyssä käytetään liikennepaikkojen nimiä. Ilmansuuntien käyttö on kielletty. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 20.)

Mikäli henkilö havaitsee rautatiejärjestelmän turvallisuutta vaarantavan tekijän, hänen on ryhdyttävä toimenpiteisiin vaaran poistamiseksi. Henkilön on estettävä lisävahinkojen synty sekä ilmoitettava vaarasta muille alueella oleville. Liikennöinnin

turvallisuutta vaarantavissa tilanteissa on välittömästi otettava yhteys liikenteenohjaukseen liikenteen keskeyttämiseksi. Urakoitsijan on varauduttava onnettomuus- ja vaaratilanteita varten riittävällä ensiapu- ja pelastusvalmiudella. (Liikenneviraston ohjeita 1/2012 2012, 21, 25).

7 YHTEENVETO

Työssä esiteltiin ratatyömailla käytössä olevat tukiseinätyypit ja niiden ominaisuudet. Käytettävissä olevat tuentamenetelmät ja niiden käyttökohteet käytiin läpi omassa kappaleessaan. Pääteemana oli työn toteuttamiseen liittyvät asiat. Työkohteen katselmointi ennen työn valmistelujen aloittamista on erittäin tärkeä työvaihe, sillä kaikki työhön vaikuttavat rajoitteet on huomioitava tässä vaiheessa. Työhön vaikuttavia rajoitteita ovat muun muassa sähköjohtimien sijainti, maanalaiset rakenteet, kuten sähköratapylväsperustukset, ja mahdolliset olemassa olevat sekä tulevat rakenteet ja niiden vaatimat työtilat. Työvaiheeseen valmistelevia toimenpiteitä ovat ennakoilmoituksen jättäminen, kaapelien esiin kaivu, tarvittavien suunnitelmien laatiminen, materiaalihankinnat ja niiden toimitusten järjestely sekä konepetien ja työmaateiden rakentaminen. Myös käytettävä ratatyön turvaamismenetelmä pitää olla selvillä ennakoilmoitusta tehdessä.

Työn suoritukseen liittyviä asioita ovat asennukseen parhaiten soveltuvan kaluston valinta ja vaadittavat toimenpiteet sähköturvallisuuden takaamiseksi. Teräspontin asennuksen aiheuttamaan tärinään sekä ponttiseinän kallistumisen ehkäisemiseen esitettiin ratkaisuja. Työtekniisiä asioita selvitettiin asiantuntija-avulla sekä omiin kokemuksiin perustuen.

Koska ratatyömaalla työskenteleminen on hieman rajoitetumpaa kuin tavanomaisella rakennustyömaalla, ratatyömaan edellyttämät työturvallisuusvaatimukset ja vaadittavat pätevyudet käytiin läpi työn lopussa. Mielestäni työ oli onnistunut ja uskon, että siitä on apua tukiseinätöiden toteuttamisessa varsinkin ratamaailmaan tuleville työnjohtajille.

LÄHTEET

- InfraRYL 2006. 2008. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. [Viitattu 10.2.2015]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410920%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statis-tics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-102599/10920.pdf>. Vaatii käyttöoikeuden.
- InfraRYL 2006. 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. [Viitattu 10.2.2015]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/teknisetvaatimukset.html.stx?URL=c3Vic2Vzc2lrbj0xJm5hdml1cmk9aHR0cCUzQSUyRiUyR-mxvY2FsaG9zdCUzQTgwODAIMkZpbmRveCUyRmluZG94c2VydmlldCUzRn-htbCUzREluZnJhUllMjTJGMjAxMI8xJTJGdG-wlMkZ0eW9sYWppdC54bWwIMjZkb2N1bWVudHJvbGUIM0RpbmZyYXJ5bC10b2MIMjZ0OV9wYXJhbSUzRHN0cmluZyUz-QXBvaXN0ZXR0YXZhdF9rYXl0dG9rb2h0ZWV0JTNBS2F0dSUyQyUyQ1RpZSUyQ1Zlc2lodW9sdG8IMkNWaWhlcnJha2Vud-GVldCUyQ25vbmUmb3Blbm5vZGU9MDoxOjM6MTA3MzoxMTY5Og==>. Vaatii käyttöoikeuden.
- Jääskeläinen, R.2009. Pohjarakennuksen perusteet. 3.painos. Jyväskylä: Tammermekaniikka.
- Laatunen, K. 2001. Työnaikaisten ratakaivantojen tukeminen. Diplomityö. Tampereen Teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto. Tampere.
- Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. 2011. Ratojen tukiseinien mitoittaminen Eurokoodilla.[Verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 20.1.2015]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2011-26_ratojen_tukiseinien_web.pdf.
- Liikennevirasto.8.1.2015. JETI. [Verkkosivu]. [Viitattu 21.1.2015]. Saatavana: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/ammattiliikenteen_palvelut/rataverkolla_liikennointi/ratakapasiteetin_hallinta/JETI#.VL-Yg6M8KU.
- Liikenneviraston ohjeita 1/2012. 2012. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 19.3.2014]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-01_turo_web.pdf.

- Liikenneviraston ohjeita 21/2013. 2013. Ratatekniset ohjeet osa 5. Sähköistetty rata (RATO). [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 27.1.2015]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-21_rato_5_web.pdf.
- Ratahallintokeskuksen julkaisu B 22. 2009. Sähkörataohjeet. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Ratahallintokeskus. [Viitattu 20.1.2014]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf.
- Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. [Verkkajulkaisu]. Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. [Viitattu 10.2.2015]. Saatavana:
<https://libts.seamk.fi:2155/bin/get/id/5guoZSZP2%3A%2447%24R0299%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-100195/R0299.pdf>. Vaatii käyttöoikeuden.
- RIL 263-2014. 2014. Kaivanto-ohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- RTG Rammtechnik GmbH. 2/2014. RG19T Pile driver with telescopic leader. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.3.2015]. Saatavana: http://www.bauerpileco.com/export/sites/www.bauerpileco.com/documents/brochures/rtg_brochures/RG_19T_905-606-1_02-14.pdf.
- Tran, A. 2008. Tukiseinärakenteiden mitoittaminen rataympäristössä. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. Espoo.
- Turvallinen työskentely sähköistetyllä radalla. 1/2013. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. [Viitattu 20.1.2015] Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/esite_2013_turvallinen_tyoskentely_web.pdf.
- Välimaa, A. 2015. Työpäällikkö. Fin-Seula Oy. Työmaakeskustelu 5.2.2015, 3.3.2015

LIITTEET

LIITE 1. Työ- ja laadunvarmistussuunnitelma

LIITE 2. Työkoneiden pienin työskentelyetäisyys ratajohdon jännitteisistä osista

LIITE 3. Ratatyön suojaulottuma RSU

LIITE 4. Aukean tilan ulottuma ATU

LIITE 1 Työ- ja laadunvarmistussuunnitelma

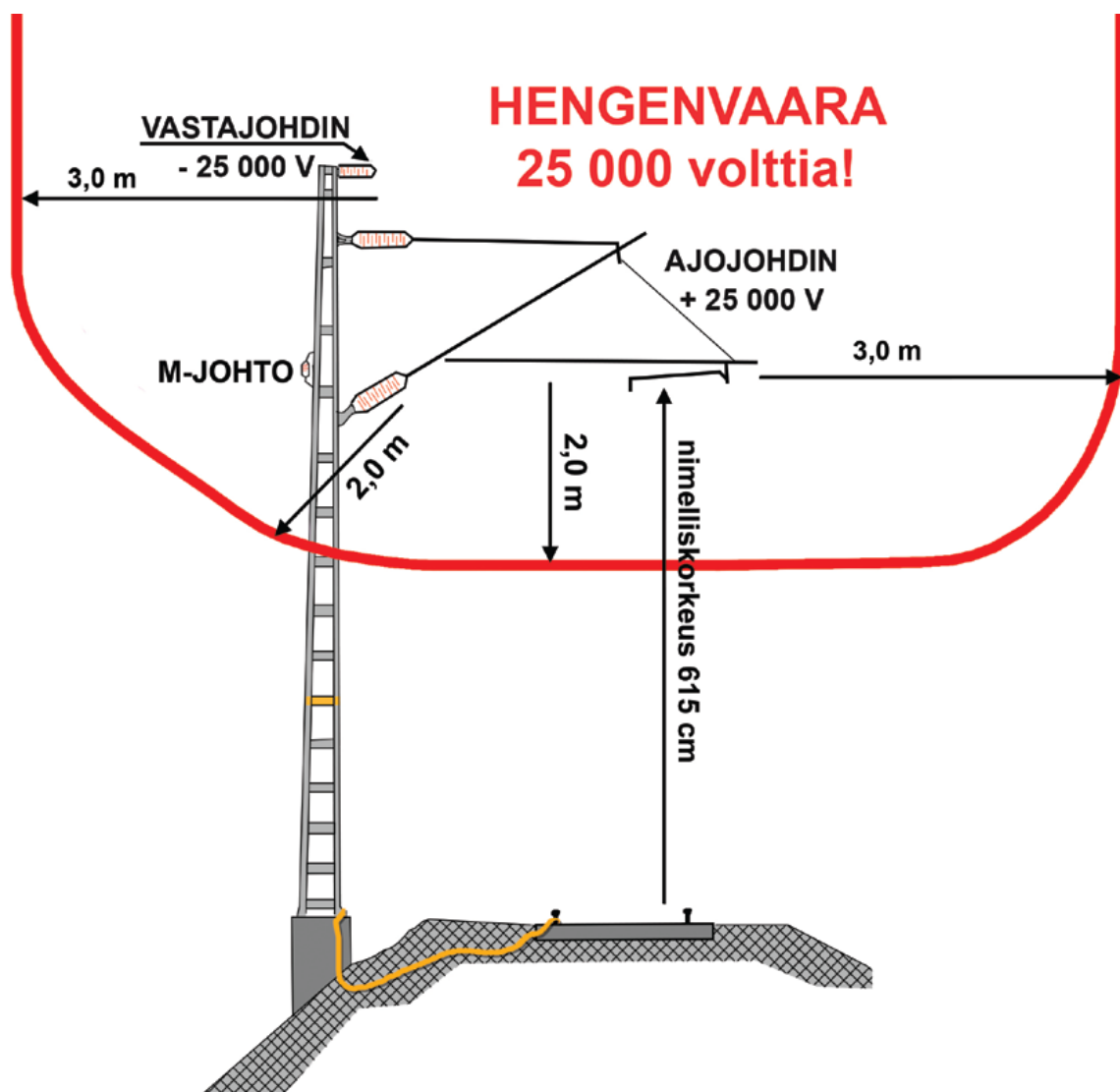
Työ - ja laadunvarmistussuunnitelma

Projekti / työnumero IR131188 Ruha - Lapua MRU 2		Pvm. 22.7.2014
Rakennuttaja / tilaaja Liikennevirasto		Vastaava työnjohtaja
Työvaihe/-kohde	Ulvilan aks:n pysyvä tukiseinä	
Valmistelevat toimenpiteet	Suunnittelijoilta saatu hyväksytyt suunnitelmat	
- edeltävät ja liittyvät työvaiheet	KaaPELLI- ja johtonäytöt otettu vastaan. Tarpeen vaatiessa kaaPELLI esin kaivettu ja jatkettu	
- seuraavat työvaiheet	Jännitekatkopyyntö tehty	
	huolto- ja työmaatiet vaimit	
	RTP-ilmoitus tehty	
	JETI ja RT- ilmoitus tehty TURO:n mukaisesti	
	Raide-elementit on katkottu tukiseinien kohdalta ja kiinnitetty sidekiskoon.	
	Radan länsipuolelle on rakennettu kantavat konepedit	
	Paluulangat on laskettu alas	
	Tulityöluvat myönnetty tulitöitä tekeville	
	Lupa ratatyöhön saatu liikenteenohjauksesta	
	Jännitekatko tehty, Jännitteettömyys todettu ja työmaadoitus asennettu, ratatyöstä vastaava	
	kuitannut Jännitekatkon ja antanut kohteen työnjohtajalle luvan aloittaa työt	
Liittyvät suunnitelmat	Työselostus	
-työselostukset	Tukiseinäsunnitelmat	
- suunnitelmapiirroksot		
Työn suoritus	Tulopenkereen stabiliteetin varmistamiseksi sillan molemmin puolin asennetaan pysyvät tukiseinät profiilillaan PU12.	
- suoritusvaiheet	Kun ratatyöstä vastaavalla on saatu lupa aloittaa työt voidaan avata raide-elementit ja siirtää ne silvuun. Ponttiseinän suuntaisesti kaivetaan urat, jotta päästään suunniteltuun lyöntitasoon Kv -0,59m. Teräspontit asennetaan ratapenkan kohdalla Movaxilla varustetulla kiskopyöräkoneella ja ratapenkan ulkopuolella Movaxilla varustetulla teia-alustaisella kalvinkoneella. Kalvinkone nostaa teräspontin pystyyn, jonka jälkeen täytyy täyttää pontin maahan. Pontin alapää ulotetaan suunnitelmien mukaan korkeuteen +25m	
	Maahanlyödyt ponttiprofiilit ovat pontissa. Teräsponttien pituus 12m.	
	Tukiseinän on vapaasti seisova.	
	RSU:n sisäpuolelle tulevat teräspontit lyödään 2.8. liikennekatkossa. Sähkörataurakoitsija on paikalla työtä tehtäessä ja siirtää ajolankea tarvittaessa. Ratapenkan kohdalla pontit polttoleikataan tasoon kv -0,2m.	
	RSU:n ulkopuolella ponttilyöntiä jatketaan arkitöinä ja pontit polttoleikataan suunnitelmien mukaisesta tasosta.	
	Työvalheen aloituspalaveri pidetään työkohteessa ennen työn aloittamista.	
	Pidetään erillinen työvalheen aloituspalaveri <input checked="" type="checkbox"/> pvm:2.8.2014	
	Pidetään erillinen työvalheen lopetuspalaveri <input type="checkbox"/> pvm:	
Varatut resurssit	Työnjohtaja, 2*Ram, ratatyöstä vastaava, mittamies, päällysrakennevastaava	
-muut	Kiskopyöräkone	
	KKH	
	2xPonttivasara	
	Ruha-Lapua sähkörataurakoitsija	
	polttoleikkaus välineet	
	Suunnitelmien mukainen ponttimäärä	
	Raiteentukemiskone	
Aikataulu		
- arvioitu kesto		
-välitavoitteet	Laaditaan tarkempi työvalhe aikataulu <input checked="" type="checkbox"/> sijainti/nimi:IR131188_Liikennekatkon aikataulu_Ulvila_aks_2.8.	
Käytettävät materiaalit		
- toimittajat		
- hankinnan vastuhenkilö	Teräspontit toimittaa ArcelorMittal Finland	
- merkitseminen	Mittamies merkitsee työalueen ja ottaa tarvittavat tarkemittaukset	
- käyttöturvatiedotteet		

Työturvallisuus ja ympäristön huomiointi - mahdolliset riskit - ympäristövaikutukset (melu,pöly,tärinä)	Perehdytys jokaiselle työntekijälle
	Käytettävä luokan 2 varoitusvaatetusta, turvajalkineita, kypärää, silmäsuojaimia ja muita työn vaatimia suojaimia.
	Ei vahingoiteta ulkopuolisia rakenteita ja kasvillisuutta
	Autojen ja koneiden peruutushäyryttimeä oltava kunnossa.
	Vastaanottotarkastukset työssä käytettäville konelle
	Polttoaineet hyväksytyissä kaksosvaipeissa
Työturvallisuus - riskit - ennaltaehkäisy	Riski: Havaitsematta jääneet kaapelit. Varautuminen: Kaikkien pisteiden osalta varmistetaan näytöllä sekä merkittävällä maastoon kaapelin ja johtojen tai mulden suojattavien rakenteiden ja rakennelmien sijainti.
	Riski: Osuminen sähkötarakenteisiin. Varautuminen: Työ suoritetaan jännitekatkon aikana sähköra- urakoitsijan läsnäollessa
	Riski: Työkoneen uppoaminen pehmeikköön Varautuminen: Ohjelustus ennen töiden alkua, työskentelyalue ja sen ympäristön tarkkailminen, ajoreittien kartoittaminen
	Riski: Paluman syntyminen raiteeseen. Varautuminen: Tuetaan raide työn jälkeen.

Rakenneos	Vaatus / Laatuksiteeri	Mittausmenetelmä	Mittausliheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
Upotussyvyys	Suunnitelmien mukainen	Takymetri	Joka pontti	tarketiedot	Mittamies
Ponttiseinän sijainti	Suunnitelmien mukainen	Takymetri	Seinälinja	tarketiedot	Mittamies
Katkaisukorko	Suunnitelmien mukaan	Takymetri	Seinälinja	todetaan	Mittamies
Muut asiat					
Allekirjoitukset	Laatinut	Hyväksynyt			
- nimen selvennykset ja yhteystiedot					
	Joonas Kauppinen				

LIITE 2 Työkoneiden pienin työskentelytätisyys ratajohdon jännitteisistä osista



LIITE 3 Ratatyön suojaulottuma RSU

Liikenneviraston ohjeita 1/2012
Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)

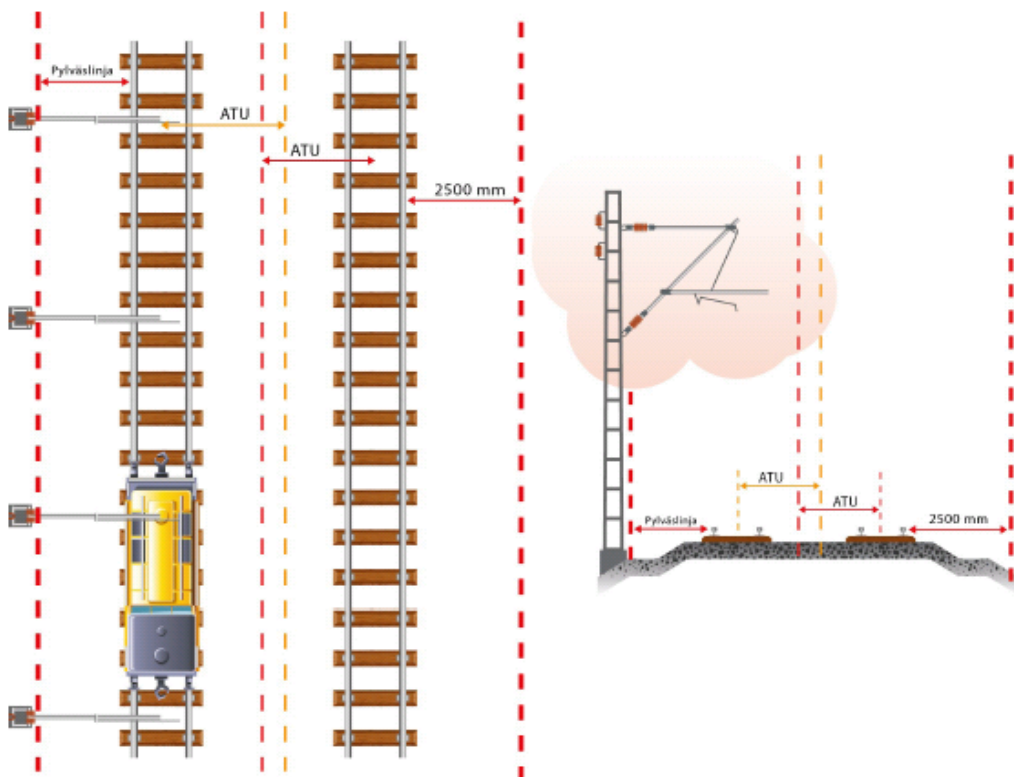
LIITE 1

Ratatyön suojaulottuma

Ratatyön suojaulottuman (RSU) reunan etäisyys on:

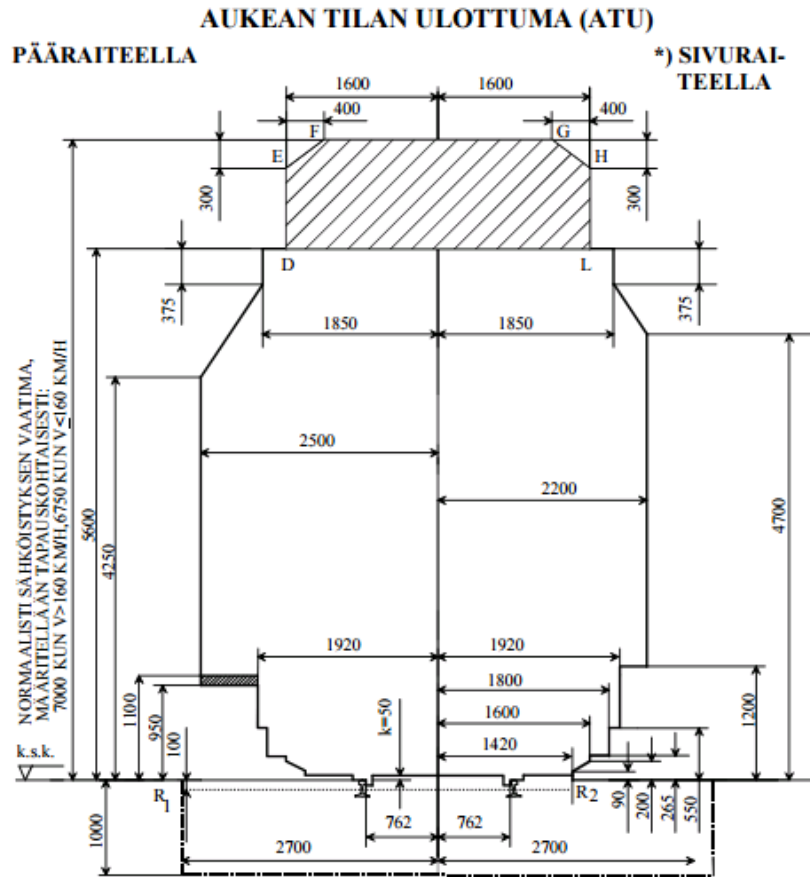
- yksiraiteisella radalla 2,5 metriä lähimmästä kiskosta tai sähköradan pylväslinja.
- useampiraiteisella radalla tai ratapihalla 2,5 metriä uloimpien raiteiden uloimasta kiskosta tai sähköradan pylväslinja. Raiteiden välissä RSU on sama kuin aukean tilan ulottuma (ATU).

Lisäksi on huomioitava sähköradan suojaetäisyydet, joita ei saa alittaa. (ks. B22, Sähkörataohjeet



Liite 4 Aukean tilan ulottuma ATU

LIITE 2

 Liikenneviraston ohjeita 3/2010
 RATO 2 Radan geometria


Aukean tilan ulottuma on samanlainen pää- ja sivuraiteella korkeuteen 950mm asti.
 Kaarteessa ulottuman puolileveyksiä on kasvatettava kaavan $\frac{360000}{R} + \frac{HD}{1600}$ mukaan.

- rajaviiva aukean tilan ulottumalle
- rajaviivan yläpuolella sallitaan vain vaihteiden ja turvalaitteiden osia, tasoristeysten päällysteitä yms.
- rajaviivan yläpuolella ei sallita rataan kuulumattomia perustuksia, köysiä, putkijohtoja, kaapeleita ym.

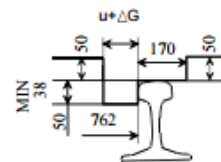
$$u_{\min} = 41 \quad u + \Delta G = \text{laippauran levitys kaarteessa}$$

$k = 50$ mm, kun pystysuoran pyör.säde $s > 1000$ m

$k = 0$ mm kun pystytason pyör.säde $s = 500$ m

k kasvaa lineaarisesti 0... 50 mm pyör.säteen kasvaessa vastaavasti 500...1000 m

- sähköistetyt ja sähköistettävät raiteet
- alue, johon saa asentaa vain radan merkkejä ja opastimia



LAIPPAURA

*) Rautatieliikennepaikalla on oltava vähintään yksi raide, joka täyttää kiinteiden esteiden osalta suurkuljetusraiteen ulottuman (liite 6).