

Joni Komulainen

## **RAITEEN ALENTAMINEN SILTOJEN KOHDALLA**

# **RAITEEN ALENTAMINEN SILTOJEN KOHDALLA**

Joni Komulainen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2021  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Joni Komulainen  
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Raiteen alentaminen siltojen kohdalla  
Työn ohjaajat: Jari Hinttala, Projektipäällikkö, GRK Rail Oy  
Jarmo Erho, lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2021  
Sivumäärä: 34

---

Opinnäytetyön aiheena on Ylivieska–Iisalmi MRU -raiteen alennusurakan esittely ja toimintatavat. Urakan tavoitteena oli alentaa raiteita siltojen kohdalla tulevan sähköistyksen takia. Raideosuuden kehittämisen tavoitteena on parantaa ratakapasiteettiä ja auttaa raideliikenteen kasvua.

Työssä käsitellään päällyys- ja alusrakentamisen menetelmiä, joilla raiteen alentaminen onnistuu. Tavoitteena oli tehdä mahdollisimman helppolukuinen ja kattava kuvaus kyseisestä urakasta. Työssä kerrotaan myös hieman rautatiehistoriasta ja tulevaisuuden suunnitelmista.

Opinnäytetyöhön kerättiin materiaalia ohjeistuksista, omista kokemuksista ja haastatteleamalla vuosia radanrakennuksilla työskennelleitä henkilöitä, joilta saatiin todella kattavasti tietoa ja apua. Kyseisten lähteiden avulla koottiin mahdollisimman selkeä kertomus rautatien alentamisesta päällyys- ja alusrakennetöistä.

Urakan jälkeen huomattiin suunnittelun ja työnjohdon tärkeys isolla urakalla. Ilman toimivaa työn-, ja projektin johtoa ei voisi tämänkaltaisia urakoita toteuttaa.

---

Asiasanat: rautatiet, raiteet, radanrakennus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme, in Construction Management

---

Author(s): Joni Komulainen

Title of thesis: Lowering the railway tracks at bridges

Supervisor(s): Jari Hinttala, Project Manager, GRK Rail Oy  
Jarmo Erho, Lecturer, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: autumn 2021

Pages: 34

---

The topic of this thesis is present to the operating methods and the overall process of the Ylivieska—Iisalmi MRU rail reduction contract. The aim of the contract was to lower the tracks at the bridges, due to the forthcoming electrification. The development of this particular track section aims to improve the track capacity and help to settle with the growth of rail traffic in the mentioned area.

To understand the overall context of railway construction contracts, the thesis begins with a brief review to the history and future plans of Finnish railways. The goal of this work is to make as easy and comprehensive a description as possible of the contract in question. The thesis describes the methods and process of constructing superstructure and substructure, as a result of which the track can be lowered, since the planning and management of the work play crucial roles in the success of such a large contract.

The material for the thesis was collected from the official guidelines, own experiences and by interviewing people who have several years of work experience from the railways. The sources mentioned were used to compile as clear a report as possible on the superstructure and the substructure work on the reduction of the railway.

As a conclusion, major contracts could not be implemented without working management in the fields of work and planning.

---

Keywords: railways, railway tracks, rail construction

## **ALKULAUSE**

Haluan sanoa kiitokseni GRK Rail Oy:lle toimivasta ja hyvästä työympäristöstä. Erityiskiitos urakassa työmaapäällikkönä toimineelle Jari Hinttalalle luottamuksesta. Kiitän myös opinnäytetyötä ohjaavaa Jarmo Erhoa avusta.

Oulussa marraskuussa 2021

Joni Komulainen

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 RAUTATIET SUOMESSA	10
2.1 Historia	10
2.2 Nykypäivä	10
2.3 Tulevaisuus	13
2.4 GRK Rail Oy	13
3 RAITEEN ALENTAMISEN PÄÄLLYS- JA ALUSRAKENNETYÖT	15
3.1 Aikataulut	15
3.2 Resurssit	16
3.3 Valmistelevat työt	16
3.3.1 Kulkureitit työkohteisiin	17
3.3.2 Ratapenkereen puhdistus	18
3.3.3 Kaapelinäyttö ja esiinkaivu	18
3.3.4 Pölkkytaskujen teko ratapenkereeseen	18
3.3.5 Betonipölkkyjen ja rataakiskojen jako	18
3.4 Radan purkaminen	19
3.5 Maaleikkaus	19
3.6 Louhinta rautatiealueella	20
3.7 Rakennekerrosten tekeminen	20
3.8 Pölkytys ja kiskotus	20
3.9 Sepelöinti ja tuenta	21
3.10 Termiittijatkoshitsaus	22
3.11 Viimeistelytyöt	23
4 IISALMI-YLIVIESKA MRU, RAITEENALENNUSURAKAN TOTEUTUS	24
4.1 Työn suunnittelu ja ennakoilmoitukset	24
4.2 Turvallisuussuunnitelmat	25
4.3 Resurssointi	25
4.4 Hankinnat	26
4.5 Aikataulut	26
4.6 Työn suoritus	27
4.7 Laadun varmistus	29

4.8 Vastaanotto	29
5 YHTEENVETO	30

## SANASTO

JKV	Junankulunvalvonta. Vetureihin sekä rataan asennettu laitekokonaisuus, jonka tarkoitus on varmistaa nopeusrajoitusten, opasteiden ja merkkien noudattamista.
KV	Radan korkeusviiva. Mitataan kiskon pohjasta.
Liikennekatko	Rataosuudelle suunniteltu liikennekatko, joka mahdollistaa työskentelyn suljettuna junaliikenteeltä
Päällysrakenne	Radan rakenneosa, johon kuuluu tukikerros ja raide
Palle	Raitteen tukikerroksen reunaan tehty korotus, jonka tarkoituksena on lisätä tukikerroksen kykyä ottaa vastaan raiteesta siihen kohdistuvat voimat
REM- materiaalit	Tilaajan toimittamat rautatie-erillismateriaalit
Tukemiskone	Ratatyökone, joka on varustettu mittakantamittausjärjestelmällä. Tukemiskone siirtää, nostaa ja kallistaa raideetta sekä uudelleen järjestää sekä tiivistää tukikerroksen pölkyn alapuolella.
RSU	Radan suojaulottuma
60E1	Kiskoprofiilin nimi kertoo kiskon painon metriä kohden. Kisko painaa metrille 60 kilogrammaa.



# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään raiteen alentamisen vaatimiin työvaiheisiin. Kyseinen työmaa sijaitsee Iisalmi–Ylivieska-rataosuudella. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda esille, mitä raiteen alentaminen käytännössä vaatii, jotta liikennekatkoissa saadaan paras mahdollinen laatu ja onnistuminen. Radan alentaminen siltojen kohdalla mahdollistaa tulevan sähköistuksen rakentamisen standardien mukaisesti.

Alennustyöt alkoivat 2021 kesäkuussa valmistelutöillä. Heinäkuussa alkoivat louhintatyöt, päällystys-, ja alusrakennetyöt viikonloppuisin tehtävissä liikennekatkoissa.

Ylivieska–Iisalmi-rataosuus on 154,4 kilometriä. Rataosuuden kehittäminen edesauttaa raideliikenteen kasvua ja ratakapasiteetin parantumista. Rata on tärkeä liikennöintiväylä Kainuun kaivoksille.

## 2 RAUTATIET SUOMESSA

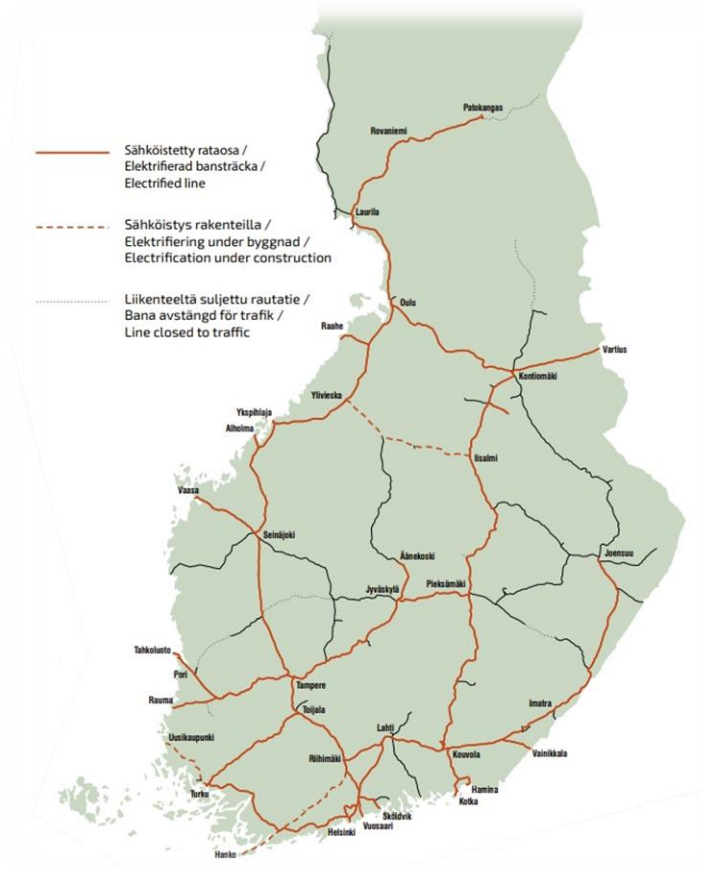
### 2.1 Historia

Rautateiden rakentaminen aloitettiin Suomessa, koska maahamme tarvittiin kolmas kuljetusverkko vesistöjen ja maanteiden lisäksi. Suomen rautatieverkon ensimmäisen rataosuuden rakentaminen Helsingistä Hämeenlinnaan aloitettiin vuonna 1857. Rataosuus valmistui vuonna 1862 ja se oli pituudeltaan 108 kilometriä. Helsinki–Hämeenlinna-rataosuudesta muodostui Suomen päärata. Vuoteen 1900 mennessä rautateitä oli kuitenkin rakennettu jo noin 2 650 kilometriä. (1.) Suomeen valittiin Venäjällä käytetty leveä raideväli (1 524 mm), joka poikkeaa suurimmassa osassa muuta Eurooppaa käytetystä 1 435 mm:stä. Venäjä kuitenkin lopulta pyöristi oman raideleveytensä 1 520 millimetriin. (2.)

Tavaroiden ja matkustajien kuljettamisen rautateitse huomattiin olevan tehokasta, mikä vaikutti merkittävästi rataverkon laajenemiseen. Vilkkain aika suomalaisessa rautatierakentamisessa oli 1920-luku, jolloin rakennettiin noin 1000 km uusia ratoja. (3, s. 35.) Sähköistäminen Suomessa alkoi vuonna 1965. Sähköveturien käyttöönotto on mahdollistanut kustannustehokkaan ja vähäpäästöisen liikennöinnin. (4, s. 8, 9.)

### 2.2 Nykypäivä

Suomen rataverkon ylläpito, kehittäminen ja kunnossapito ovat Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) vastuulla olevaa toimintaa. Nykypäivänä Suomen valtion rataverkon pituus on 5 923 kilometriä, josta liikennöitävissä on 5 650 kilometriä. Sähköistetty osuus koko rataverkosta on 3 331 kilometriä. (4.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Suomen rataverkko (7)

Suomen yksityisraiteet ovat raiteita, joita Väylävirasto ei hallinnoi eikä ne kuulu valtion rataverkkoon. Yksityisraiteita on Suomessa noin 1000 km. Tyypilliset yksityisraiteet kuuluvat teollisuusyrityksille, satamille ja kaupungeille. Liityntäkohtia valtion rataverkkoon on noin 500 kpl. (6.)

Rataverkostossa yksiraiteisia osuuksia on 5 231 km ja kaksi- tai useampiraiteisia 692 km. (5). Kuten luvut osoittavat, on rataverkko pääsääntöisesti yksiraiteista, mikä johtuu vähäisestä liikennöinnistä. Kaksi tai useampiraiteisia rataosuuksia kuitenkin löytyy, ja niitä ovat muun muassa pääkaupunkiseudun lähiliikenteen alue, Helsinki—Riihimäki—Tampere, Riihimäki—Kouvola—Luumäki, Lahden oikorata ja Kokkola—Ylivieska.

Rataverkolla on viisi rajanylityspaikkaa, joista neljä on Venäjälle ja yksi Ruotsiin. Venäjän rajanylityspaikat sijaitsevat Vainikkalassa, Niiralassa, Imatrankoskella ja

Vartiuksessa. Suomalaisen kaluston liikennöinti Venäjällä ja toisinpäin on mahdollista lähes saman raidelevyden ansiosta. (7.).

Tornio-Haaparanta rata on rautatieosuus, joka yhdistää suomen rataverkolla sijaitsevan rautatieaseman Ruotsin rataverkolla sijaitsevaan Haaparannan rautatieasemaan. Rataosan pituus on noin neljä kilometriä, jolla on käytössä 40 km/h:n nopeusrajoitus. Torniojoen rautatiesillalla käytetään nelikiskoraidetta, mikä johtuu suomalaisen rautatiekaluston leveämmästä raidelevydestä (1524 mm). Ruotsissa on käytössä 1435 mm raideleveys. (Kuva 2.) Matkustajaliikenne Haaparanta–Tornio välillä päättyi 17.8.1992. (8.)



KUVA 2. Nelikiskoraide (8)

Suomen rataverkossa suurimmat käytössä olevat nopeudet ovat henkilöjunille 220 km/h ja tavarajunille 120 km/h. Raiteilla, joissa ei ole käytössä junankulunvalvontajärjestelmää (JKV), on suurin sallittu nopeus 80 km/h. Myöskään vetureita, joissa ei ole JKV-laitteita, ei saa kuljettaa yli 80 km/h rataverkon alueella. (9.)

### **2.3 Tulevaisuus**

Rataverkko ja -teknologia on jatkuvassa muutoksessa.

Suomen rataverkoston merkittävimpänä tulevaisuuden suunnitelmana voidaan pitää JKV:n eli junankulunvalvonnan korvaamista, sillä JKV tulee elinkaareensa päähän 2030-luvulla. Digirata-hanke, jonka myötä JKV korvataan, tähtää junien turvalliseen ja tehokkaaseen liikennöintiin. EU-sääntely velvoittaa Suomea siirtymään kohti Euroopan yhtenäistä rautatiealuetta vähintään TEN-T-ydinverkon osalta ja varustamaan rataosat ERTMS-järjestelmällä (European Rail Traffic Management System). Moderni radioverkkopohjainen järjestelmä on tulevaisuuden kannalta oikea ratkaisu ja sen hyödyt ovat merkittäviä. Hyötyjä ovat esimerkiksi ilmastonmuutoksen hillitseminen, raiteiden kapasiteetin lisääminen jopa 30 prosentilla ja tärkeimpänä rataverkon liikennöinnistä saadaan turvallisempaa. (10.)

Digirata-hankkeen lisäksi rautateiden sähköistyksen odotetaan etenevän lähi-vuosina. Esimerkiksi kuluvana vuonna on käynnissä Iisalmi-Ylivieska-rataosuuden sähköistäminen, joka mahdollistaa sähköjunilla liikennöinnin Iisalimesta suoraan Ylivieskan kautta Kokkolaan tai Ouluun. (11.)

Rataverkon peruskorjauksia tehdään vuosittain, jotta päivittäinen liikennöitävyys saadaan turvattu ja rautatieturvallisuutta saadaan ylläpidettyä. Mikäli peruskorjauksia ja laitteiden uusimista ei tehdä riittävästi, päivittäisen kunnossapidon kustannukset kasvavat sekä liikenne rajoitteet ja liikennehäiriöt kasvavat. (12.)

### **2.4 GRK Rail Oy**

GRK Infra Oy perusti vuonna 2017 Nordic Trackpartners Oy:n, jonka nimi muutettiin samana vuonna Winco Oy:ksi. Vuonna 2018 Winco osti Eltel Networksin

osti Suomen rataliiketoiminnan ja Komsor Oy liittyi osaksi Wincoa liiketoimintakaupan kautta vuoden 2018 loppupuolella. Winco Oy:n nimi muutettiin GRK Rail Oy:ksi 16.10.2019.

GRK Rail Oy:n tarjoamiin palveluihin kuuluvat suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapitopalvelut nykyaikaisella kalustolla kaikille raideliikenteen tekniikkaosa-alueille. (Kuva 3.) Tekniikkaosa-alueita ovat päällysrakenne, sähkörata, turvalaitteet ja taitorakenteet. GRK Rail urakoi kaikilla urakkamuodoilla. (13.)

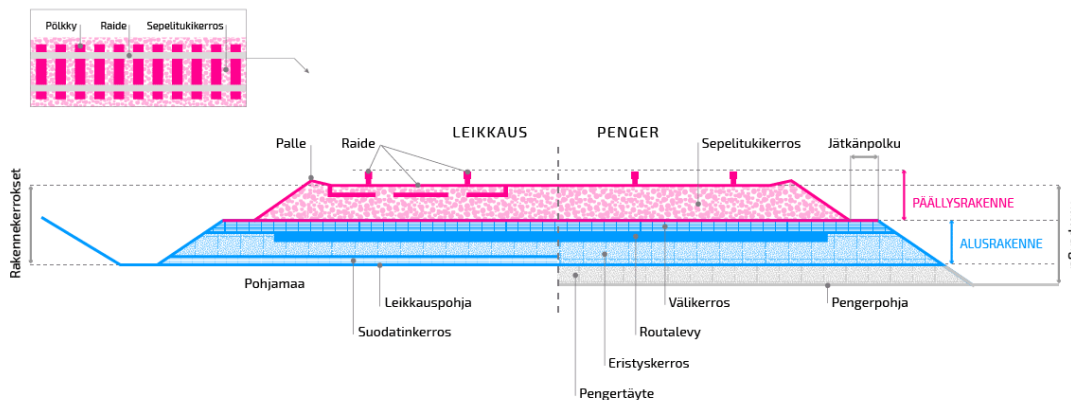


*KUVA 3. Grk Rail Oy:n raiteentukemiskone*

### 3 RAITEEN ALENTAMISEN PÄÄLLYS- JA ALUSRAKENNETYÖT

Päällysrakenne on radan rakenneosa, johon kuuluvat tukikerros ja raide. Raide koostuu ratapölkyistä, kiskosta, kiskojen kiinnitys- ja jatko-osista, vaihteista ja muista raiteen erikoisrakenteista. (14, s. 7.) Radan alusrakenne koostuu välikerroksesta, eristyskerroksesta sekä mahdollisesta suodatinkerroksesta ja routalevystä. (14, s. 6.) Päällyys- ja alusrakennetyöt vaativat tarkat aikataulutukset ja ison määrän resursseja. Työt tehdään aina suljettuna junaliikenteeltä. (15, s. 7.)

#### RATARAKENTEEN KOMPONENTIT



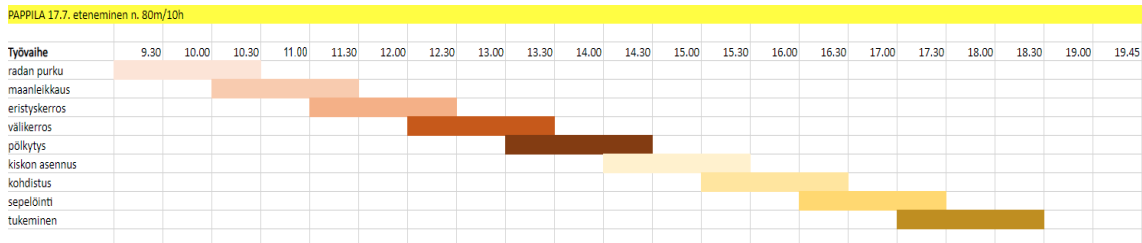
KUVA 4. Ratarakenteen komponentit (31)

#### 3.1 Aikataulut

Urakoitsija laatii aina yleisaikataulun, jossa esitetään päätyövaiheiden sekä mahdollisten työlohkojen tai -alueiden toteutusaikataulut, mahdolliset välitavoitteet (sopimuksessa asetetut ja urakoitsijan itselleen asettamat), sekä merkittävät rakennustyöhön liittyvät vaiheet. Merkittäviä vaiheita ovat esimerkiksi liikennetyökätköt ja nopeusrajoitukset. Urakan aloituskokouksessa tilaajalle esitetään yleisaikatulusta tarkennettu työvaihekohtainen aikataulu. (16.)

Päällyys- ja alusrakennetöitä voidaan tehdä vain suljettuna junaliikenteeltä olevissa liikennekatkoissa. Ennen töiden aloittamista tilaaja suunnittelee ajat, milloin

liikennekatkoja saadaan. Katkoja varten täytyy liikennesuunnitteluun tehdä ennakkoilmoituksia, jotka määrittävät liikennekatkon alkamisajan, työalueen ja lopetusajan. Jokaiseen liikennekatkoon laaditaan katkoaikataulu, jossa määritetään työn eteneminen. (28.) (Kuva 5.)



KUVA 5. Katkoaikataulu (33)

### 3.2 Resurssit

Resurssien valinta riippuu paljon paikasta, jossa työ tehdään. Ratapihoilla, linjaosuuksilla, sähköistetyllä ja sähköistämättömällä rataosalla tarvitaan erilaisia resursseja. Liikennekatkoissa tehtävissä töissä on myös hyvä muistaa varata ylimääräisiä työkoneita mahdollisten rikkoutumisten varalle.

Yleisperiaate resurssien valintaan on kuitenkin, että kohteessa tarvitaan kiskopyöräkaivinkoneita, mahdollisesti telakoneita, kuorma-autoja, ratatyövälineitä, pyöräkone, ratatyömiehiä, mittaustryöntekijä, turvalaite- ja sähköasentajia, rata-työstä vastaava, päällysrakennepätevä henkilö, työnjohtaja, tukemiskone ja sepelöintiyksikkö. (28.)

### 3.3 Valmistelevat työt

Valmistelevien töiden tarkoitus on mahdollistaa liikennekatkossa tehtävä työ mahdollisimman tehokkaasti. Esimerkkityömaan valmisteleviin töihin kuului työmaateiden teko, kiskojen jako, pölkkyjen jako ja pintamaiden poisto työalueelta, kaapelikartoitus, kaapeleiden esille kaivaminen ja työalueen mittaaminen (leikkauspaikat yms.).



### 3.3.1 Kulkureitit työkohteisiin

Ennen töiden aloittamista tulee varmistaa paras mahdollinen kulku työkohteisiin. Työmaateiden on tarkoitus kestää kuorma-autoilla, pyöräkoneilla ja kaivinkoneilla ajo. Tiealueelta poistetaan pintamaat ja kannot, jotka kuljetetaan kuorma-autoilla läjitys paikalle. Leikkauspohjalle asennetaan yleensä suodatinkangas. Urakan Työkohteiden työmaateihin suunniteltiin rakennettavaksi 300 mm:n kantava kerros ja 50 mm:n kulutuskerros. (17.)



*KUVA 6. Työmaatie*

### **3.3.2 Ratapenkereen puhdistus**

Esimerkkityömaalla pintamaa puhdistettiin kiskopyöräkaivinkoneella ratapenger- ja leikkausluiskista niiltä osin, missä rakennekerroksia tai leikkaus- ja pengerrystöitä tehtiin. Kasvillisuus poistettiin kokonaisuudessaan 10 cm syvyydeltä luiskan alareunaa myöten. Levennettävien luiskien ja huoltotierakenteen alta pintamaita tuli poistaa 20 cm. (17.)

### **3.3.3 Kaapelinäyttö ja esiinkaivu**

Ennen töiden aloittamista puhtaaseen ratapenkereeseen tilataan kaapelinäyttö. Kaapelinäyttö tarkoittaa käytännössä sitä, että kaapelit käydään merkkamassa maastoon tutkan avulla. Lähellä rataa sijaitsevat kaapelit suojataan niin, että kaapelit eivät vahingoitu työn aikana. (18, s. 5). Louhinnan ja raiteen alennuksen takia kaapeleita jouduttiin kaivamaan aikaisempaa sijaintia syvemmälle.

### **3.3.4 Pölkkytaskujen teko ratapenkereeseen**

Kiskopyöräkaivinkoneella aurataan ratapenkereeseen 16 pölkyn välein pölkkytaskut. Taskujen pohja tulee kaivaa kaltevaksi raiteesta ulospäin ja niiden on oltava vähintään sähköratapylväslinjan mukaisella etäisyydellä raiteesta. (19.)

### **3.3.5 Betonipölkkyjen ja ratakiskojen jako**

Työkohteisiin betonipölkyn jako suoritettiin junavaunuja käyttäen. Junavaunut lastattiin pölkkyjen varastointialueen läheisyydessä pyöräkuormaajalla. Kolmeen junavaunuun saadaan lastattua 600 kpl pölkkyjä. Pölkkyt purettiin vaunuista aikaisemmin tehtyihin taskuihin vähintään sähköratapylväslinjan mukaiselle etäisyydelle telakaivinkoneella, johon on asennettu pölkkyjen jakoon tarkoitettu laite. (19.)

Kiskot toimitettiin työkohteisiin rautateitse. 150 m ja 50 m kiskot purettiin junavau- nusta linjalla ratapölkkyjen viereen eli pölkynpäihin ja ratapihalla kävelykulkuteille NRC Groupin kiskonkäsittelylaitteella ja kiskopyöräkaivinkoneella.

### 3.4 Radan purkaminen

Valmistelutöiden jälkeen alkavissa liikennekatkoissa työalueelta puretaan kaikki radan vanhat komponentit. Puupölkkyraiteen purku tehdään yleensä elementtipurkuna. Työkohteiden kiskot katkaistiin noin 25 metrin mittaisiksi. Puuraide-elementit nostettiin kahdella kaivinkoneella pois työalueelta. Betonipölkkyraide purettiin irrottamalla kiskot pölkystä, jonka jälkeen ne siirrettiin kaivinkoneella ratapenkalle. Pölkkyt nostettiin maasta joko pyöräkonetta tai kaivinkonetta käyttäen. Vanhat pölkkyt ja kiskot vietiin varastointialueelle, josta ne kuljetetaan rekoilla pois. (29.)

### 3.5 Maaleikkaus

Maaleikkaus suoritetaan kaivinkoneilla koneohjauksen ja mittahenkilöiden avulla tavoitesyvyyteen suunnitelmien mukaisesti. Esimerkkityömaalla suurin osa leikatavista maa-aineksista siirrettiin kuorma-autojen kyydissä läjityspaikoille. Loput maa-ainekset muotoiltiin ratapenkereisiin. Jokaisessa työkohteessa kaivettiin eri syvyyksiin raiteenalentamistarpeiden mukaisesti. Massanvaihto tehtiin tulevan geometrian mukaan KV – 1 250 mm, johon sisältyy 550 mm:n tukikerros, välikerros 300 mm, routaeriste 100 mm ja eristyskerros 300 mm. (30.)



*KUVA 7. Maaleikkausta ja louhintaa*

### **3.6 Louhinta rautatiealueella**

Väyläviraston tilaamien töiden yhteydessä radanpitäjän myöntämät louhintatöiden luvat toimitetaan urakkasopimuksen tai muun vastaavan sopimuksen mukana. Keskeinen turvallisuusperiaate louhintatöiden suunnittelussa ja toteuttamisessa rautatiealueella tai sen läheisyydessä on, etteivät louhintatyöt aiheuta vaaraa ja häiriötä junaliikenteelle tai vahingoita radan rakenteita ja laitteita. (20, s. 6.) Tärinämittarit asennettiin lähellä työmaata sijaitseviin taloihin. (21). Louhintatyöt suoritetaan pelkästään liikennekatkojen aikana. Louheet kuljetetaan kuorma-autoilla läjityspaikoille. Radan alle poraaminen tehdään liikennekatkoissa, mutta radansuojaulottuman (RSU) ulkopuolella saa porata turvamiesmenettelyllä.

### **3.7 Rakennekerrosten tekeminen**

Työkohteiden maaleikkauksen ja mahdollisen louhinnan jälkeen rakennettiin rakennekerrokset. Eristyskerroksessa on hiekkaa 300 mm. Eristyskerros tiivistettiin tasoituksen jälkeen valssijyrällä ja sen päälle asennettiin routaeristeet routasuojasuunnitelman mukaisesti. Routalevytyksen paksuus oli 40–100 mm. Routaeristyksen siirtymäkiilaus tehtiin työkohteen alku- ja loppupäähän. Kiila koostui 40, 60 ja 80 mm levyistä. Routakiilaus oli pituudeltaan 1:30. Eristelevyjen päälle lisättiin 300 mm:n välikerroshiekka, joka tiivistettiin. Jos työmaaolot mahdollistivat, välipohjan päälle lisättiin 250 mm:n sepelipohja. Mikäli sepelipohjaa ei saatu tehtyä, sepeli pudotettiin vaunuilla rataa, jonka jälkeen rataa nostetaan raide-tunkilla ennen tuentaa.

### **3.8 Pölkytys ja kiskotus**

Työmaan valmisteluvaiheessa linjalle jaetut uudet betonipölkyt jaettiin ratapohjalle telakaivinkoneella hydraulikalla toimivaa pölkynjakolaitetta käyttäen. Jatkuvakiskoraidetta rakennettaessa ratapölkkyvälin nimellismitta on 610 mm, mutta yksittäisen ratapölkkyvälin on oltava 590–630 mm. (15, s. 25). Pölkynjakolaitteen pitäisi asettaa pölkyt automaattisesti 610 mm:n välein, mutta käytimme ratatyöhenkilöä apuna mittanauhan kanssa, jotta vältettiin ylimäräsitien pölkkyjen lisääminen tai poistaminen kiskon asentamisen jälkeen.

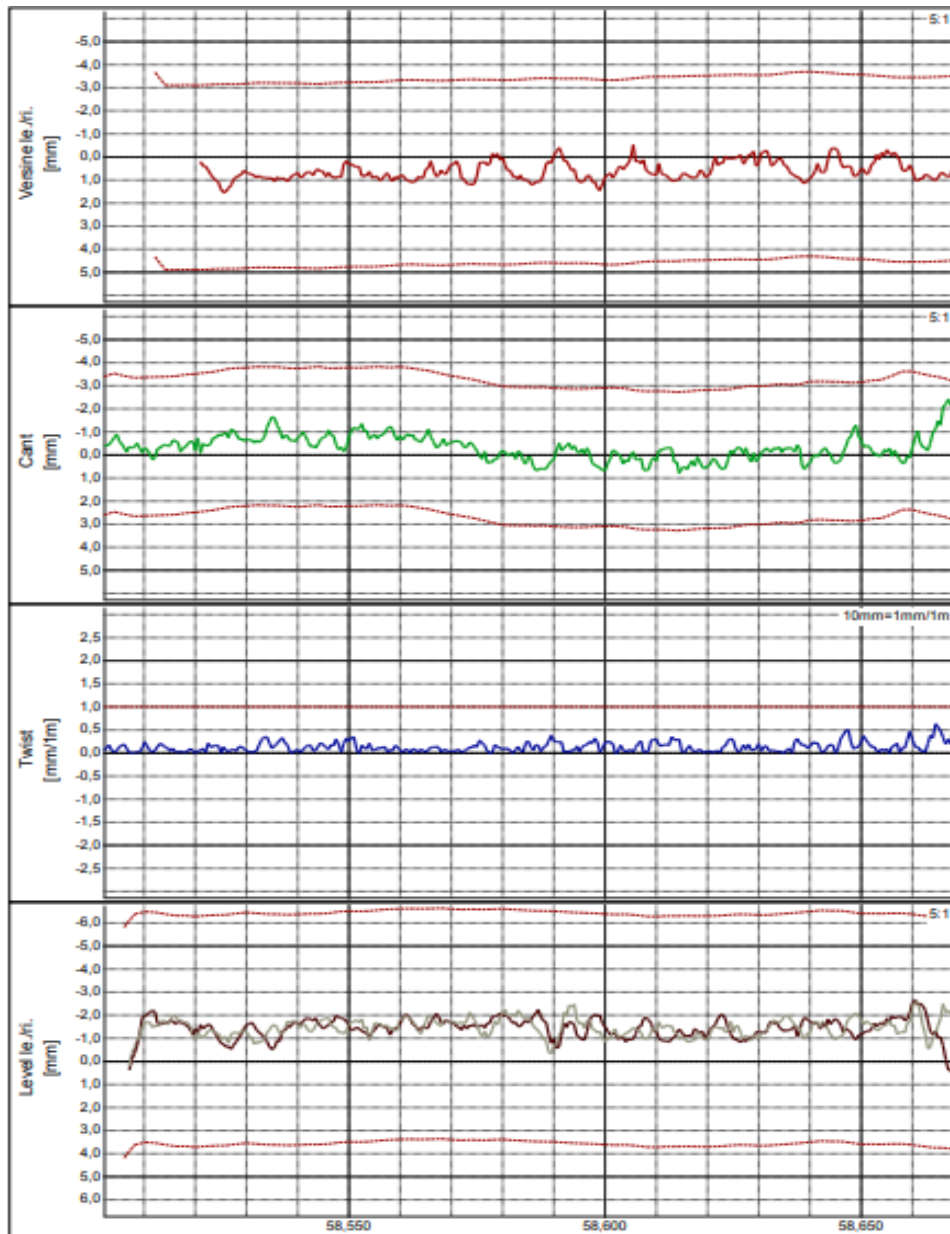


Pölkynjakokoneen takana tuli kiskopyöräkaivinkone, johon oli asennettu kiskonkäsittelylaite, jolla puhdistetut kiskot nostettiin pölkkyjen päälle. Kaivinkoneen mukana kulki pari ratatyöhenkilöä, jotka asentivat sidekiskojoitkokset. (28.) Sidekiskojen sisäpinta ja kiskon ulkopinta puhdistetaan ruosteesta, jotta ne toimivat oikein. Sidekiskojen kiskoa vasten tulevat pinnat, kiskojen sidekiskosijat ja sideruuvien kierreosat on voideltava veteen liukenemattomalla voiteluaineella asennuksen yhteydessä. (15, s. 46.) Kun kiskot oli nostettu pölkkyjen päälle, kiskoihin merkittiin vielä pölkkyjako 610 mm, jotta kohdistuskone sai pölkkyt varmasti kohdalleen eikä niiden etäisyyttä toisistaan tarvinnut enää muuttaa, kun raide on sepelöity. Kiskot kiinnitetään pölkkyihin polttomootorisella ruuvivääntimellä.

### **3.9 Sepelöinti ja tuenta**

Sepeli ajettiin kuorma-autoilla työmaan maa-ainesten varastointipaikoille, josta se lastattiin junavaunuihin pyöräkoneella. Työkohteissa käytettävä sepeli oli laadultaan L<sub>ARB</sub> 16. Täyteen lastatut junavaunut tuodaan työalueelle raiteen kasauksen jälkeen. GRK:n sepelivaunut on varustettu laatikoilla, jotka lasketaan haluttuun korkeuteen kiskonpinnan alapuolelle. Laatikot säädetään, jonka jälkeen sepeli voidaan pudottaa raiteeseen.

Sepelöity raide tuetaan tarkkuusmenetelmällä. Tarkkuusmenetelmä tarkoittaa ennalta tehdyn nuotituksen mukaan tukemista. Nuotit syötetään tukemiskoneen tietokoneelle, jolloin kone osaa siirtää raidetta automaattisesti syötettyjen nuotien perusteella. Koneelle annettavia tietoja ovat tukemistyön aloitus- ja lopetus-piste, nosto ja sivuttaissiirrot. (22, s. 65.) Tukemiskoneen toimintaperiaatteena on nostaa ja siirtää raidetta. Noston aikana kone tiivistää raidesepelin pölkyn alle ja päihin reunatiivistäjillä. Uutta päällysrakennetta rakennettaessa tukemiskertoja on yleensä vähintään kaksi, koska suurin sallittu nosto on 70 mm. (23, s. 70.) Valmiiksi tuettu raide ajettiin mitta-ajolla, jotta saatiin raidegeometrian tiedot piirturille. Tukemiskoneesta saadaan piirturituloste, josta selviää oikean ja vasemman kiskon nuolikorkeus, raiteen kierous, kallistus, korkeuspoikkeama, raideleveys ja nostoarvot. (34, s. 32). (Kuva 8.)



KUVA 8. Tukemiskoneen piirturituloste

### 3.10 Termiittijatkoshitsaus

Työkohteiden viimeisen tuentakerran, sepelöinnin ja harjauksen jälkeen alkoi jatkosten hitsaaminen, jolloin työalueesta saatiin jatkuvakiskoraide. Hitsausmenetelmänä toimii termiittihitsaus. Raiteesta vapautetaan jännitys ja se neutraloidaan. Jännitysten vapautus voidaan suorittaa vasta, kun raide on tuettu lopulliseen geometriaan ja se on täydessä sepelissä. Jännityksen vapautuksen tavoitteena on saattaa jatkuvaksi hitsattavat kiskot sen hetkistä lämpötilaa vastaavaan,

jännityksettömään pituuteensa. Jännityksen vapautus tapahtuu irrottamalla kiskon kiinnitykset ja kohottelemalla kiskoa joka 13. ratapölkyn kohdalla noin 25 mm hitsattavasta jatkoksesta lähtien. (24, s. 13.) Neutraloinnilla saavutetaan jännityksestä vapautettu kisko neutraalilämpötila-aluetta vastaavaan pituuteensa. Neutraalilämpötila-alue +12—+22 °C. (24, s. 14). Jännityksen vapautuksen ja neutraloinnin jälkeen jatkokset hitsataan kiskolaatuun tarkoitetulla hitsausannoksella.



*KUVA 9. Termiittijatkohitsausta*

### **3.11 Viimeistelytyöt**

Päälly- ja alusrakennetöiden jälkeen esimerkkityömaan työkohteissa aloitettiin työalueen siivous ja penkereiden muotoilu. Kaikki ylimääräiset roskat ja muut jätteet kerättiin pois ja toimitettiin jätekeskukseen. Kiskopyöräkaivinkoneella aloitettiin muotoilemaan ensiksi palle pölkyn päihin. Kävelykulkutiet aurattiin luiskakauhaa käyttäen. Penger luiskattiin ja oja tasattiin kiskopyöräkaivinkoneella. Mikäli oja ei yltänyt kiskopyöräkaivinkoneella tasaamaan, käytettiin telakaivinkonetta apuna. (28.)

## **4 IISALMI-YLIVIESKA MRU, RAITEENALENNUSURAKAN TO- TEUTUS**

Iisalmi–Ylivieska MRU urakka piti sisällään kahdeksan raiteen alennuskohdetta, jotka oli nimetty Tossavaisen yks (ylikulkusilta), Pappilan yks, Luupuenjoen rs (ratasilta), Kiuruveden yks, Ruotasen yks, Aittojärven yks, Pyhäsalmen yks ja Lehmissaaren yks. Kohteet sijaitsivat Iisalmen liikennepaikan rajalta aina Pyhäsal- melle asti. Urakan tarkoituksena oli laskea radan geometriaa alemmaksi Yli- vieska–Iisalmi- rataosuuden sähköisen vuoksi. Tilaajan aikataulutusta oli todella tiukka, jonka vuoksi tarvittiin tarkkaa työvaiheiden suunnittelua urakan loppuun viemiseksi aikataulussa. Jokaisessa kohteessa oli erilaisia haasteita, mm. louhin- nan suhteen. Päälyys- ja alusrakennetyöt suoritettiin viikonloppuisin junaliiken- teen totaali katkojen aikana. Viikolla tehtiin valmistelu- ja viimeistelytyötä.

### **4.1 Työn suunnittelu ja ennakoilmoitukset**

Urakkasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen aloitettiin työn suunnittelu. Ensim- mäisenä viranomaisilta anottiin meluluvat työkohteisiin, jonka jälkeen aloitettiin yleis-, aikataulu-, ja aluesuunnitelmien laatiminen. Aikataulusuunnitelmien val- mistuksessa aloitettiin tilaajan hankkimien REM- materiaalien (rautatien erityisma- teriaalit) kotiinkutsut ja tilattiin työkohteisiin tarvittavat materiaalit ja kaapelinäytöt.

Suunnitteluvaiheen edetessä tilaajan laatimat liikennekatkot ja nopeusrajoitukset tarkistettiin ja todettiin työmaan kannalta riittäviksi. Iisalmi–Ylivieska- raideosuus kuuluu ratatyöpalaverimenettely alueeseen, jossa yhteensovitettiin rataosuudella tehtävät ratatyöt. Projektipäällikkö osallistui ratatyöpalaveriin, jonka myötä työ- kohteille myönnettiin työlup numerot. Työlup numeron saatuaamme pystyimme laatimaan ennakoilmoitukset ja nopeusrajoitussuunnitelmat tulevista liikenne- katkoista ja nopeusrajoituksista. Laaditut ennakoilmoitukset lähetettiin liikenne- suunnitteluun hyväksyttäväksi. Ennakoilmoitusten hyväksymisen jälkeen pääs- tiin aloittamaan ratatyöt. (32.)



## **4.2 Turvallisuussuunnitelmat**

Urakalle laadittiin projektin sisäinen turvallisuussuunnitelma. Suunnitelmassa esitettiin turvallisuusmenettelyt, yleiset turvallisuusjärjestelyt ja -vastuut, työturvallisuus, rautatieturvallisuus ja tiellä tehtävän työn turvallisuusasiat.

## **4.3 Resurssointi**

Resurssisuunnittelu tehtiin avainresurssien osalta urakan aloitusvaiheessa. Resurssien hankinnasta, käytöstä ja tehtävävastuista sovittiin erikseen. Urakan aikana valmiusastetta verrattiin työmaan asennusaikatauluun ja tarvittaessa resursseihin tai aikatauluihin tehtiin muutoksia. Erityistä huomiota kiinnitettiin kriittisiin työvaiheisiin ja materiaalien toimitusaikoihin.

Urakan päivittäisessä käytössä olevien työkoneiden, mm. kiskopyöräkaivinkoneiden, tela-alustaisten kaivinkoneiden, kuorma-autojen, pyöräkuormaajien, poravaunujen ja tukemiskoneiden tehokasta käyttöä mietittiin tarkasti.

Viikoittaisissa resurssipalavereissa käytiin läpi seuraavan viikon resurssitarpeet työkohteittain ja jaettiin kalusto sekä ratatyömiehet työkohteiden tarpeiden mukaan. Viikonloput suunniteltiin erillisissä palavereissa, koska viikonloppuisin 10 ja 72 tunnin katkoihin täytyi varautua myös ylimääräisillä koneilla konerikkojen varalta ja ratatyömiehiä oli varattava joka työvaiheelle. Hankalaa resurssoinnista tässä kohteessa teki se, että työt toteutettiin viikonloppuisin vähintään kahdessa kohteessa samaan aikaan. Koneiden siirrot piti suunnitella tarkasti.



*KUVA 10. 10 tunnin liikennekatkon kaivinkoneet*

#### **4.4 Hankinnat**

Työmaan aloitusvaiheessa aloitettiin materiaalien hankinnat. Työkohteisiin tilattiin sepeli, väli-, ja eristekerros materiaalit, suodatinkangasta, salaojaputket, rumputket, salaojakaivot, termiitihitsausmateriaalit, kalliopultitukseen tarvittavat ennako- ja jälkipultit, routalevyt, sekä tarvittavat vuokrakoneet.

#### **4.5 Aikataulutus**

Urakan aikataulutaminen toteutettiin yleisaika-, katkoaika- ja viikkoaikatauluilla. Tilaajan suunnittelema viikonloppukatkoja oli yhdeksänä viikonloppuna. Näistä seitsemänä viikonloppuna oli lauantaina ja sunnuntaina 10 tunnin, sekä kahtena viikonloppuna 72 tunnin totaalikatkot. Aikataulujen suunnittelussa työvaiheiden etenemisen suunnitteluun käytettiin aikaisempien urakoiden kokemusten mukaisia tavoitteita. (28.)

## 4.6 Työn suoritus

Urakan valmistelutyöt aloitettiin kesäkuussa 2021 ja niihin varattiin noin 5 viikkoa aikaa. Valmistelutöihin sisältyi luvussa 3.3 mainitut työt. Valmistelevia töitä tehtiin viikolla päivävuorossa. Työn suorittamisesta hankalaa teki resurssien hankkiminen, koska valmistelevia töitä tehtiin vähintään viidessä kohteessa kerrallaan. Raiteelta tehtävät valmistelutyöt suoritettiin kiskopyöräkaivinkoneilla, joita jokaiseen kohteeseen varattiin vähintään yksi, työmäärästä perusteella. Työmaatiet ja kalliopinnat puhdistettiin telakaivinkoneilla.



*KUVA 11. Tossavaisen ylikulkusillan kallioporaus käynnissä*

Viikonloppukatkojen alkaessa resurssitarpeet kasvoivat. Viikonloppuisin 10 tunnin katkoissa teimme raiteen alennustöitä kahdessa kohteessa samaan aikaan. Louhintatöitä suoritettiin kolmessa kohteessa. Haasteellista lyhyen katkon resurssoinnissa oli saada raiteella kulkeva kalusto (tukemiskoneet ja sepelöintiyksiköt) sellaiseen kohtaan Ylivieska-lisalmi välillä, että niillä pääsi liikkumaan. Louhintakohteisiin jouduttiin pahimmassa tapauksessa menemään tukemiskoneella,



jos louhinnasta aiheutui geometriavirheitä rataan. Työkohteiden välinen etäisyys oli maksimissaan 70 raidekilometriä. Töiden ollessa käynnissä pidettiin kahta tukemiskonetta ja vähintään yhtä sepelyyksikköä työmaalla. Raiteen alennustyöryhmissä käytettiin GRK:n omia kaivinkoneita ja ratatyömiehiä, sekä aliurakoitsijoiden kaivinkoneita, kuorma-autoja, traktoreita ja muita palveluita.

Kahdessa 72 tunnin liikennekatkossa tehtiin louhinta-, raiteen alennus- ja vaihtenvaihtotöitä Pyhäsalmissa, Aittojärvellä, Kiuruvedellä ja Tossavaisessa. Esimerkiksi Kiuruveden liikennepaikalla raide laski enimmillään KV-89 senttimetriä, joka tarkoitti massan poiston tai vaihdon syvyydeksi yli kaksi metriä. 72-tuntisten katkojen aikaan louhittava matka oli noin 400 metriä, joka sisälsi myös vaihteet. Kohteen maansiirtoon varattiin viisi tela-alustaista kaivinkonetta, kolme kiskopyöräkaivinkonetta, viisi traktoria, viisi kuorma-autoa, yksi pyöräkone ja kaksi poravaunua. Kiuruvedellä ajettiin viikonlopun aikana läjitysalueelle kaivumaita ja louhetta yhteensä noin 800 kuormaa. (26.) Aittojärvellä louhittava matka raiteen alla oli noin 600 metriä. Raidetta alennettiin enimmillään KV-70 senttimetriä. 72 tunnin liikennekatkoon Aittojärvelle varattiin yhdeksän telakaivinkonetta, kolme kiskopyöräkaivinkonetta, kolme dumpperia, viisi traktoria, kaksi poravaunua ja kolme kuorma-autoa ratamateriaalien siirtoon. (27.)



*KUVA 12. Tossavaisen ylikulkusillan raiteenrakennustyöt valmistuneet*

## 4.7 Laadun varmistus

GRK Rail Oy:llä on käytössä kaikilla urakoilla samanlainen laadunvarmistusmenetelmä. Tällä Laadunvarmistusmenetelmällä varmistetaan työntekijöille turvallinen työympäristö ja mahdollistetaan laadukas työnjälki. (Kuva 8.)



*KUVA 13. Laadunvarmistusmenetelmä*

Työvaihekohtaiset laatusuunnitelmat laadittiin jokaisesta merkittävästä työvaiheesta ennen työn aloittamista. Esimerkiksi louhinta- ja räjäytystöistä laadittiin työkohtainen työ- ja laatusuunnitelma (TLT). TLT-suunnitelmassa esitetään käytettävät resurssit, työturvallisuus- ja ympäristönäkökohdat. Siitä on myös luettavissa yleiskuvaus työvaiheen suorittamisesta, riskienhallinnasta ja laadunvarmistuksesta. (25.)

Työn aikaiset laatumittaukset, tarkastukset ja raportit tehtiin laatusuunnitelmissa määritetyillä tavoilla. Lisäksi urakassa laadittiin muun muassa poikkeamaraportteja, laatua koskevia tarkastuksia, ja rakenteiden laaturaportointia. (25.)

GRK Rail:n toimintajärjestelmässä on määritelty ilmoitusmenettely työn suorittamisen aikana havaittujen laatu-, työturvallisuus ja ympäristöpoikkeamien käsitteilyä ja korjaamista varten. Ilmoitusmenettelyn avulla kaikki yrityksen työntekijät ja työmaahan osallistuvat osapuolet voivat tarvittaessa ilmoittaa puutteista. (25.)

## 4.8 Vastaanotto

Vastaanotto pyydettiin tilaajalta. Seuraavana pidettiin vastaanottokatselmus, jossa työkohteet käytiin tarkastamassa maastossa tilaajan edustajien kanssa. Vastaanottokatselmuksesta tehtiin vastaanottopöytäkirja. Pöytäkirjaan merkattiin havaitut puutteet ja korjaukset. Havaitut puutteet ja korjaukset käytiin korjaamassa, jonka jälkeen pidettiin uusi katselmus.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli käydä läpi GRK Rail Oy:n toteuttamaa Yli-vieska–Iisalmi MRU urakkaa. Työssä esitetään työvaiheittain raiteenalennessurakassa tehtävät työt. Opinnäytetyötä voi käyttää tulevaisuudessa muistilistana samankaltaisissa urakoissa.

Huolellisesti suunnitteleamalla, toimivaa laatujärjestelmää noudattamalla, tarkoilla aikatauluilla ja tarpeeksi resursseja varaamalla saadaan vietyä vaativakin projekti lyhyessä ajassa vastaanottoon asti. Urakan aikana opittiin paljon uusia asioita muun muassa louhimisesta raiteen läheisyydessä ja varsinkin sen alta.

Kesän aikana huomasin muutamia ongelmakohtia. Tulevaisuudessa viestintää urakoitsijoiden välillä tulee parantaa. Huomasin työmaalla myös työnjohtajien tärkeyden, sillä siellä työskenteli useita kokemattomia työntekijöitä, jotka kaipaavat enemmän työpastusta. Työnjohtajien piti keskittyä todella paljon perehdyttämään uusia työntekijöitä. Rautatiemaailmassa on kova tarve hyvistä ja osaavista työnjohtajista sekä kiskopyöräkaivinkoneen kuljettajista.

## LÄHTEET

1. Rautatie. 2020. Arkeologisen kulttuuriperinnön opas. Saatavissa: <http://akp.nba.fi/wiki;rautatie>. Hakupäivä 29.9.2021.
2. Leveäraiteinen rautatie. 2019. Wikipedia. Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Leve%C3%A4raiteinen\\_rautatie](https://fi.wikipedia.org/wiki/Leve%C3%A4raiteinen_rautatie). Hakupäivä 31.9.2021.
3. Myllyntaus, Timo 2016. Matkustajia, puutavaraa ja vallankumouksellisia unelmia. Tekniikan Waiheita. Saatavissa: <https://journal.fi/tekniikanwaiheita/article/view/82295>. Hakupäivä 31.9.2021.
4. Ilikkanen, Pekka – Mukula, Mikko 2005. Rataverkon jatkosähköistys. Tarveselvitys ja hankearviointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 4/2015. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2015-04\\_rataverkon\\_jatkosahkoistys\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-04_rataverkon_jatkosahkoistys_web.pdf). Hakupäivä 4.10.2021.
5. Vuonna 2019 Suomen rautateiden henkilöliikenteen kasvu jatkui. 2020. Tilastokeskus. Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/rtie/2019/rtie\\_2019\\_2020-08-27\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/rtie/2019/rtie_2019_2020-08-27_tie_001_fi.html). Hakupäivä 4.10.2021.
6. Yksityisraiteet. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/vaylista/rataverkko/yksityisraiteet>. Hakupäivä 5.10.2021.
7. Rataverkko. 2021. Logistiikan Maailma. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/rautatiekuljetus/rataverkko/>. Hakupäivä 5.10.2021.
8. Tornio-Haaparanta-rata. 2021. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tornio%E2%80%93Haaparanta-rata>. Hakupäivä 6.10.2021.
9. Rataverkko. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/vaylista/rataverkko>. Hakupäivä 8.10.2021.
10. Digirata – kohti rautatieliikenteen Euroopan kärkeä. 2021. Valtioneuvosto. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/digirata-kohti-rautatieliikenteen-euroopan-karkea>. Hakupäivä 11.10.2021.

11. Ylivieska-lisalmi-radan sähköistys. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/ylivieska-iisalmi#.XjrivCNS9EY>. Hakupäivä 12.10.2021.
12. Rataverkon peruskorjaukset. 2020. Väylä. Saatavissa: <https://vayla.fi/documents/25230764/0/Rataverkon+peruskorjaukset/9de31cc1-614b-45f2-bccf-577ae830c944>. Hakupäivä 15.10.2021
13. GRK Rail Oy. GRK. Saatavissa: <https://www.grk.fi/konserni/yhtiot/grkrail-oy/>. Hakupäivä 15.10.2021.
14. Ratatekniset ohjeet (RATO). 2008. Osa 3 Radan rakennus. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rato\\_3\\_radan\\_rakenne.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rato_3_radan_rakenne.pdf). Hakupäivä 16.10.2021.
15. Ratatekniset ohjeet (RATO). 2021. Osa 11 Radan päällysrakenne. Väyläviraston ohjeita 29/2021 Väylävirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-29\\_rato11\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-29_rato11_web.pdf). Hakupäivä 16.10.2021.
16. Ylivieska–lisalmi Mru Toiminta-, ja Laatusuunnitelma. 2021. Ylivieska-lisalmi Mru. GRK intranet.
17. Työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelma työmaatie. 2021. GRK intranet.
18. Päällysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset (PYL). 2000. Osa 2 Raidetyöt. Ratahallintokeskuksen julkaisuja. Ratahallintokeskus. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/146531/rhk212.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä 16.10.2021
19. Työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelma pöllinjako. 2021. GRK intranet.
20. Louhintatyöt rautatien läheisyydessä. 2013. Liikenneviraston ohjeita 23/2013 Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-23\\_louhintatyot\\_rautatien\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-23_louhintatyot_rautatien_web.pdf). Hakupäivä 18.10.2021.
21. GRK yleissuunnitelma louhinta. 2021. Ylivieska-lisalmi Mru. GRK intranet.



22. Ratatekniset ohjeet (RATO). 2021. Osa 2 radan geometria. Väyläviraston ohjeita 22/2021. Väylävirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-22\\_rato2\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-22_rato2_web.pdf). Hakupäivä 16.10.2021.
23. Peltokangas, Ossi – Nurmikolu, Antti 2015. Raidegeometrian kunnossapito tukemalla ja tukemiskalusto suomen rataverkolla. Liikenneviraston tutkimuksia ja tarveselvityksiä 23/2015. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2015-23\\_raidegeometrian\\_kunnossapito\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-23_raidegeometrian_kunnossapito_web.pdf). Hakupäivä 18.10.2021.
24. Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO). 1998. Osa 19 jatkuvakiskoraiteet ja vaihteet. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rato\\_19\\_jatkuvakiskoraiteet\\_vaihteet.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rato_19_jatkuvakiskoraiteet_vaihteet.pdf). Hakupäivä 20.10.2021.
25. Laatusuunnitelma. 2021. GRK
26. Hiltunen, Jarno 2021. Työnjohtaja GRK Rail Oy. Haastattelu 3.11.2021.
27. Väisänen, Mikko 2021. Työmaamestari GRK Rail Oy. Haastattelu 3.11.2021.
28. Komulainen, Jukka 2021. Aluepäällikkö GRK Rail Oy. Haastattelu 5.11.2021.
29. Työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelma vanhan raiteen purku. 2021. GRK intranet.
30. Työvaiheen työ-, laatu- ja turvallisuussuunnitelma Maanleikkaus. 2021. GRK intranet.
31. Luumäki-Imatra ratahanke: mistä ratarakenne tehty?. 2020. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/-/mista-on-ratarakenne-tehty->. Hakupäivä 4.10.2021.
32. Hinttala, Jari 2021. Projektipäällikkö GRK Rail Oy. Haastattelu 2.11.2021
33. Ylivieska-lisalmi Mru aikataulut. 2021. GRK intranet.

34. Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen. 2021. Väyläviraston ohjeita 30/2021. Väylävirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-30\\_tukemistyön\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-30_tukemistyön_suunnittelu_web.pdf). Hakupäivä 12.10.2021