



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Kimmo Suniste

Päällysrakennetyöt Raide-Jokerilla työnjohdon näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

18.12.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kimmo Suniste Päällysrakennetyöt Raide-Jokerilla työnjohdon näkökulmasta 30 sivua + 3 liitettä 18.12.2020
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnohtaja
Ammatillinen pääaine	Infra
Ohjaajat	Työmaapäällikkö, Nrc Finland Oyj, Raide-Jokeri Mikko Koponen Lehtori, Metropolia AMK, Anu Ilander
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä pitää ottaa huomioon, mitä kehityskohteita on Raide-Jokerilla allianssi- hankkeessa työnohtajan näkökulmasta rakennettaessa raitiotietä ja sen päällysrakennetta.</p> <p>NRC Group Finland Oyj rakentaa raitiotietä, missä on mukana eri työryhmiä omien työnohtajien, rata-asentajien lisäksi mittamiehiä, materiaalin toimittajat, hiab-kalusto, betonityöntekijät, hitsaajat, sähkötöiden tekijöitä ja suunnittelijoita. On tärkeää, että edelliset työt on saatu valmiiksi, niin päästään seuraavaan työvaiheeseen ja siksi on tärkeää jaksottaa eri työvaiheet aikataulua silmällä pitäen. Opinnäytetyössä esitetään, mitä kaikkea on huomioitava, kun toimitaan eri työryhmien kanssa. Näkökulmana opinnäytetyössä on työnohtajan työmaalla keräämä aineisto ja omat kokemukset Raide-Jokerilla.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusaineistona on käytetty rakennustyömaalta kerättyjä tietoja ratu ja rato- kortteja. Näiden perusteella laadittava opinnäytetyö soveltuu osittain NRC Group Finland Oyj työnohtamiseen päällysrakentamisessa Raide-Jokerilla. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa allianssi projektissa muiden työnohtajien toimintatapoihin ainoastaan NRC Group Finland Oyj työnohtajien. Esitutkimuksessa laadittiin keräämällä yleisistä tietoa rakennustyömaalta. Näiden avulla luotiin kuvaus tavanomaisimmista työnohtajan menetelmistä ja järjestelyistä sekä mitkä ovat niihin eniten vaikuttavat tekijät kuten, olosuhteet, viivästykset, kokemus ja työryhmien toimivuus.</p>	
Avainsanat	Raide-Jokeri, työnohto, päällysrakentaminen, allianssi

Author Title Number of Pages Date	Kimmo Suniste Superstructure of the Jokeri Light Rail From the Point of View of Site Supervision 30 pages + 3 appendices 18 December 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Infrastructure
Instructors	Mikko Koponen, Site Manager, Nrc Finland Oyj, Raide-Jokeri Anu Ilander, Senior Lecturer, Metropolia UAS
<p>The main purpose of the thesis was to study, from the point of view of site supervision, what should be paid attention to and what areas of development there are when constructing the light railway and its superstructure in the Jokeri Light Rail alliance project.</p> <p>NRC Group Finland Oyj is constructing the railway and this project employs various teams with their own supervisors, for example, railway track fitters, staff men, construction material deliverers, HIAB drivers, concrete workers, welders, electricians and light railway designers.</p> <p>Therefore, it is important that the previous work stage is ready before the next stage in the schedule is started. The aim of the thesis was to study what should be paid attention to in a project that employs different teams. The study was based on the material collected by the foreman and the author's own experiences of working on the Jokeri light rail construction site.</p> <p>Research material was collected on the construction site, and from RATU cards (construction productivity information files) and RATO cards (railway engineering guidelines). The results of the thesis can be used by NRC Group Finland Oyj's foremen of superstructure construction, but they may not be applicable to other companies and their site supervision in the Jokeri Light Rail project.</p> <p>First, general information about the construction site was collected; then, this information was used to describe the foreman's most common methods and processes and to determine which factors affect them most, for example, working conditions, delays, experience and team functionality.</p>	
Keywords	Jokeri Light Rail project, foreman, superstructure, alliance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Raidejokeri hanke	2
2.1	Raidehanke	2
2.2	NRC Group Finland Oyj	4
3	Työnjohtotyöt raidehankkeessa	4
3.1	Sidosryhmät ja allianssihanke	5
3.2	Yhteen sovittaminen	6
4	Päällysrakenne raidehankkeissa	8
4.1	Päällysrakenne	8
4.1.1	Kiintoraide	10
4.1.2	Nurmirata	11
4.1.3	Sepeliraide	11
4.1.4	Sekaliikenne katu	12
4.2	Rakenteen toteutus	13
4.2.1	Mittaustyöt	13
4.2.2	Eri päällysrakenteiden rakentaminen	14
5	Töiden aikataulut	26
5.1	Työnjohtajan laatima viikkoaikataulu	26
5.2	Planman Project	28
6	Kehittämiskohteet	28
7	Yhteenveto	29
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Pohjarakenteiden työnjohtotehtävän vaativuus taulukko a	
	Liite 2. Pohjarakenteiden työnjohtotehtävän vaativuus taulukko b	
	Liite 3. Piirustusmerkinnät rakentamisen laatoituskuvassa	

Lyhenteet ja käsitteet

Nrc Nrc Group Oyj

Rato Liikenneviraston ratateknisiä ohjeita

Pölkky Välittää voimat tukikerrokseen, kiskon tukeva kiinnitys ja raidelevyden pitäminen

Vingole-kisko Ratikan pyörän laippa kulkee kiskon sisäreunalla. Vignole-kiskoja ovat kaikki sepeli- ja nurmiosuudet

SFS-EN 13450 Standardi Raidesepelikiviainekset radan tukikerrokseen

49E1 kisko Paino 49 kg/m

60R2 kisko Paino 60 kg/m

F20 20 vuoden välein toistuva suurin pakkasmäärä

F50 50 vuoden välein toistuva suurin pakkasmäärä

Fise FISE Oy on kattava ja aktiivinen henkilöpalvelu, joka toteaa rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpalveluita, ylläpitää pätevyysrekisteriä ja rakennusvirhepankkia

InfraRYL Infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista se on infra-alan yhdessä laatima ohje. Se määrittää työn lopputuloksen rakennusteknisen laadun

Infrakit Työkalu mallipohjaiseen rakentamiseen

1 Johdanto

Raide-Jokeri rakennetaan pikaraitiolinja Helsingin Itäkeskuksesta Espoon Keilanie-
meen. Allianssi on suuri ja siinä on mukana monta eri rakennuttajaa.

Opinnäytetyössä käydään läpi näkemyksiä päällysrakennetyöstä Raide-Jokerilla työn-
johdon näkökulmasta. Raide-Jokeri yleisellä tasolla, Nrc Group Oyj kerrotaan yrityk-
sestä, työnjohtajan, suunnittelijan pätevyudet, allianssi, sidosryhmät, luovutuksen vai-
heet ja isoin kokonaisuus on päällysrakentaminen.

Päällysrakennetyövaiheista tässä työssä käydään läpi kiintoraidelaa-
nta muotitus, beto-
nointi, kiintoraiteen pölkytys ja kiskotus, sekä sepeliraiteen tekeminen. Näkökulmana
opinnäytetyössä on työnjohtajan työmaalla keräämä aineisto ja omat kokemukset Raide-
Jokerilla. Tutkimusaineistona on käytetty rakennustyömaalta kerättyä tietoa, rato, ratu-
kortteja ja Raide-Jokerin lähdemateriaalia.

2 Raide-Jokeri hanke

2.1 Raidehanke

Raide-Jokeri on pikaraitiolinja mikä rakennetaan välille Helsingin Itäkeskus ja Espoon Keilaniemi. Radalla on pituutta noin 25 km, josta sijoittuu 9 km Espooseen ja noin 16 km Helsinkiin. Raideyhteys tulee bussilinja 550 tilalle, joka on Helsingin seudulla yksi eniten liikennöity bussilinja. Rakentaminen on alkanut kesäkuussa 2019 Raide-Jokerilla ja liikennöinti alkaa tämänhetkisen aikataulun mukaan vuonna 2024.[1.]

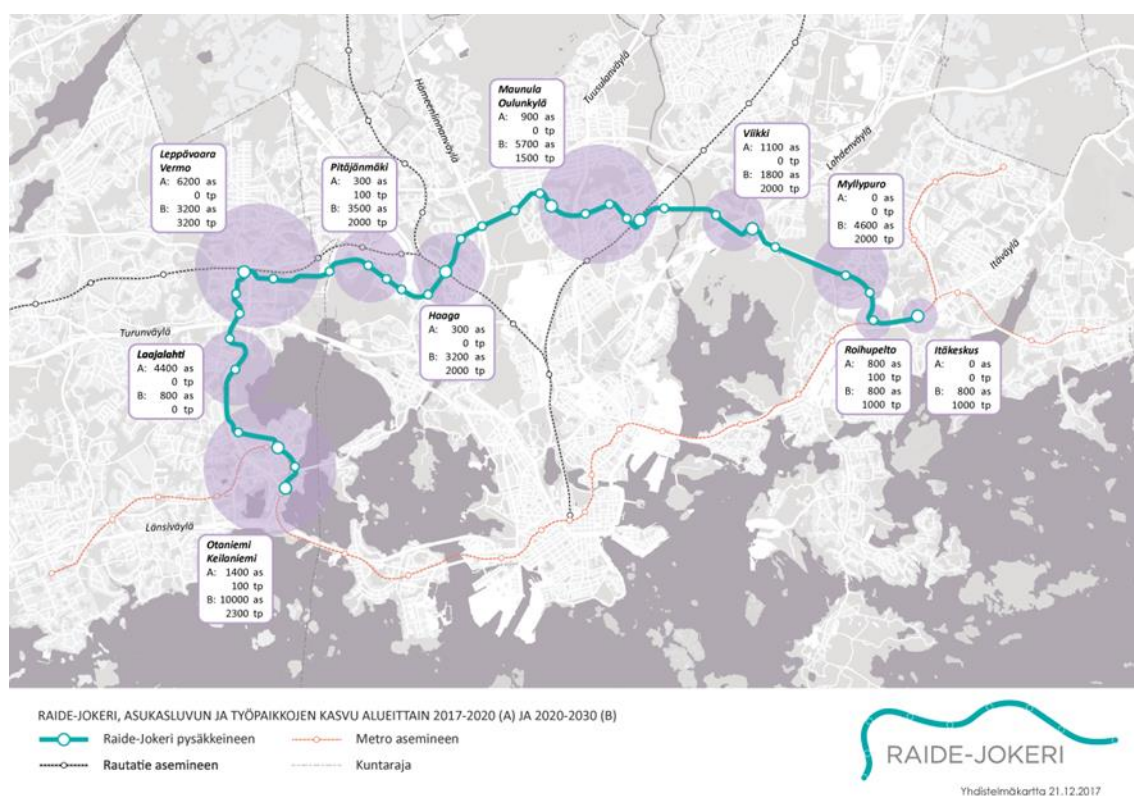
Espoon ja Helsingin halki kulkevan, 25 kilometriä pitkän radan rakentaminen on massiivinen urakka, joka aiheuttaa jonkin verran muutoksia liikenteeseen. Rakentaminen aiheuttaa tilapäisiä reittimuutoksia autoilijoille, jalankulkijoille, joukkoliikenteelle ja pyöräilijöille. Tarkoituksena on varmistaa muu muassa vaunun nopea, sujuva ja luotettava kulku, kun Raide-Jokeri kulkee pääosin omalla kaistallaan. Rataa liikennöidään kahteen suuntaan ajettavilla pikaraitiovaunuilla ja sen tavoitteena on 25 km/h keskimääräinen matkanopeus. Vaunujen kapasiteetti on 2–3 kertaa enemmän, kun bussien. Radalle rakennetaan 34 pysäkkiä (kuva 1). Pysäkit sijoitetaan sitten, että ne ovat nyt ja tulevaisuudessa asumisen, työpaikkojen tai palvelujen lähellä. Pyörien liityntäpysäköintiin keskeisillä pysäkeillä varaudutaan, pysäkeille suunnitellaan jalankulku- ja pyöräily-yhteydet. [1.]



Kuva1. Raide-Jokeri pysäkit

Raide-Jokerin linjan läheisyyteen on suunnitteilla uutta asunto- ja työpaikkarakentamista muun muassa Myllypuroon, Viikkiin, Itäkeskukseen, Maunulaan, Oulunkylään, Haagaan, Pitäjänmäkeen, Perkkäälle, Otaniemeen ja Keilaniemeen. Tavoitteena on saada pysäkkien ympäristöistä ihmisiä kiinnostaviksi paikoiksi, jotka houkuttelevat asumisen lisäksi työpaikkoja ja palveluita. [1.]

Raide-Jokerin läheisyyteen tulevaisuuden asemakaavat ovat tuomassa asuntoja noin yli 4000:lle Espoossa ja 18 000 uudelle asukkaalle Helsingissä. Tulevaisuudessa Raide-Jokerin alue tulee kasvamaan lisää. Tästä kertoo Helsingin uusi yleiskaava, joka mahdollistaa kotien rakentamisen linjan läheisyyteen 10000 uusille asukkaalle (kuva 2). [1.]



Kuva 2. Raide-Jokeri alueella asukas- ja työpaikkojenkasvu

Asuntojen ja palveluiden rakentaminen Raide-Jokerin reitin varrelle on otettu huomioon kestävä kehitys. Alueella on jo valmiiksi katuverkko, kunnallistekniikka ja palvelut. Ripeän raideyhteyden ansiosta asukkaiden tarve oman auton käytölle pienenee ja palvelut ovat lähellä. Espoon kaupunkisuunnittelukeskus ja Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimiala suunnittelevat nyt asemakaavamuutoksia Raide-Jokerin linjan varrelle. [1.]

2.2 NRC Group Finland Oyj

NRC Group Oyj on entinen Vr Track Oy. Se toimii Pohjoismaissa infra-alan toimija, joka työllistää noin 2 000 Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. Suomessa työskentelee 1 000 henkilöä. Yrityksen liikevaihto on noin 600 miljoonaa euroa. Suomessa NRC Oyj erikoistunut raideinfran rakentamiseen ja kunnossapitoon 150 vuoden kokemuksella. Merkittävä rautatiemateriaalien toimittaja. Kunnossapito kattaa laaja-alaisesti radan, raitiotien ja sähköjärjestelmien kunnossapidon. Ennakoivalla huollolla estetään vikojen synty-
misen ja järjestelmien mahdollisimman pitkän iän. Rakentaminen kattaa rauta- ja raitio-
tietekniikan lisäksi myös muuta infrarakentamista, kuten sähkörakentamista sekä tie- ja
sillanrakentamista. Materiaalipalvelu kattaa rautatiemateriaalien hankinnan ja varastoin-
nin sekä oman tuotannon, kuten hitsauspalvelut ja ratapölkkyjen kyllästyksen. Raskaat
työkoneet edustavat alan uusinta teknologiaa. Pääosin keskieurooppalaisilta valmista-
jilta hankitut koneet on räätälöity Suomen olosuhteisiin ja suomalaiselle raideleveydelle.
[2.]

Vuonna 2021 aloitetaan rakentaminen Kruunusillat-raitiotietä, mikä yhdistää 10 kilomet-
rin raitiolinjaa Laajasalon, Korkeasaaren ja Kalasataman keskustaan. Siinä on merelli-
nen reitti myös pyöräilijöille ja jalankulkijoille. Kruunusillat- raitiotie toteutetaan kahden
urakkamuodon yhdistelmänä: Yhteyden muu rakentaminen tehdään allianssimallilla. Ka-
lasataman ja Kruunuvuorenrannan väliset kaksi siltaa, eli Finkensilta ja Kruunuvuoren-
silta, sekä Korkeasaaren maarakennus tehdään kokonaisurakkana. [3.]

Allianssissa on myös mukana yhteyden varrella olevia kadunrakennus, kunnallisteknisiä
ja maarakennustöitä. Tällainen työ on Hakaniemensillan vanhan purkaminen sekä uu-
den rakentaminen tilalle. Kruunusillat-allianssin osapuolet ovat, NRC Group Finland Oyj
YIT Suomi Oyj, Ramboll Finland Oy, Sweco Infra & Rail Oy, Sitowise Oy ja Helsingin
kaupunki. [2.]

3 Työnjohtotyöt raidehankkeessa

Pätevä työnjohtaja edistää omalta osaltaan rakennusalan laatua ja lisää oman ammatti-
kuntansa arvostusta. Tuotantojohdon toimijoiden pätevyudet ovat tarpeellisia osaamisen
ja jatkuvan kehittymisen osoituksia. Pohjarakennustöiden työnjohtajan pätevyys perus-
tuu maankäyttö- ja rakennuslakiin sekä sitä täydentävään ympäristöministeriön ohjee-
seen (ympäristöministeriön ohje rakentamisentyönjohtotehtävien vaativuusluokista ja
työnjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015). Rakennustyön johtotehtävän vaativuus-
luokka MRL 122 b § ja työnjohtajana kelpoisuus MRL 122 c §.

Lain 122 a §:n mukaan, jos rakennuslupaa edellyttävä rakennustyön tai osa sitä on vaativaa, rakennusvaltaviranomainen voi määrätä, että rakennustyössä on oltava erityisalan työnjohtaja.

Pohjarakenteiden työnjohtajan pätevyys ei erottele uudis- ja korjausrakentamista. Hankkeellinen kelpoisuus uudis- tai korjauskohteisiin osoitetaan työreferensseillä. [4.]

Fisen infrakohteinen pohjarakenteinen suunnittelutehtävän vaativuus; rautatiet.

Tavanomainen: Rautatie kallio- moreeni tai karkearakeinen maalaji, ei sisällä merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Vaativa: Uusi rata, johon suunnittelussa sovelletaan yleisesti käytössä olevia menetelmiä ja pohjarakenteita /pohjanvahvistuksia. Lisäraiteiden rakentaminen tai korjauskohteet liikennöidyn radan vaikutusalueella. Hankkeen ympäristövaikutukset yleisesti käytössä olevilla menetelmillä selvitettävissä ja hallittavissa.

Poikkeuksellisen vaativa: Olemassa olevan ratapenkereen vakavuuden selvittäminen ja toimenpiteiden suunnittelu. Lisäraiteen rakentaminen liikennöidyn radan vaikutusalueella, kun kohde on eloperäisten tai hienorakeisten maalajien alueella. Laajat ratahankkeet, joiden suunnittelussa on hallittava myös poikkeuksellisen vaativat kohteet, jotka mahdollisesti ilmenevät vasta suunnittelun kuluessa. Hankkeet, joihin sisältyy kohteita, joiden alueellinen vakavuus on kyseenalainen tai jonka ympäristövaikutukset ovat merkittäviä kolmansille osapuolille.

3.1 Sidosryhmät ja allianssihanke

Allianssilla tarkoitetaan urakkamuotoa, missä hankkeen eri osapuolet: tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat ja mahdollisesti materiaalitoimittajat solmivat yhteisen sopimuksen ja muodostavat tätä kautta niin sanotun allianssin. Allianssi perustuu malliin, jossa hankkeen hyödyt ja riskit jaetaan ennakkoon sovitulla tavalla. Allianssin periaatteet perustuvat luottamukseen, yhdessä sovittujen riskien jakoon, läpinäkyvyyteen, yhteisvastuullisuuteen ja yhdessä tehtäviin päätöksiin. Toisten mukana olevien syyttely ei kuulu allianssin toimintatapoihin. [5.]

Allianssissa toimivien valitseminen perustuu neuvotteluun, jossa tärkeimpänä valintana on muodostuvan ryhmän kyky toimia kaikkien osapuolien kanssa. Tavoitteena on varmistaa hyvä/oikea osaaminen ja myös kulttuurinen valmius. Osapuolten on kyettävä avoimuuteen ja luottamukseen toisiaan kohtaan.

Allianssin perusidea on se, että hankkeen keskeiset toimijat kantavat projektin ja vastaavat riskeistä yhdessä. Tämän kannustimena on palkkio mikä vaatii hyvän suorituksen, jotta siihen päästään. Kun palkkiot on sidottu hankkeen onnistumiseen, ei vain pelkää toimijan omaan tehtävän tulokseen se johtaa urakkamallin kannustavina palkkioperusteina toimijat hyvään ja toimivaan yhteistyöhön. Erilaisen osaamisen kun yhdistetään yhteisten tavoitteiden edistämiseen, se on yksi voima tekijä, jonka avulla allianssin tuottaa se lisäarvoa verrattuna muihin urakkamuotoihin. [5.]

Hyvän yhteistyön onnistuminen edellytyksenä on, että toimijat pystyvät perustamaan yhteistyön aktiiviselle tiedonvaihdolle, sitoutuneisuudelle ja hyvälle keskinäiselle luottamukselle. [5.]

Raide-Jokeri toteutetaan allianssina. Allianssi on rakennushankkeen urakkamuoto, jossa riskit ja hyödyt jaetaan hankkeen osapuolten kesken yhdessä sovitulla tavalla. Raide-Jokerin allianssin osapuolina on tilaajana Helsingin kaupunki, HKL ja Espoon kaupunki, urakoitsijana YIT Suomi Oyj ja NRC Group Finland Oyj ja suunnittelijoina Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy ja Sweco. [1.] Raide-Jokerilla Espoossa päällysrakenteen suunnitellusta vastaa Ramboll Finland Oy.

3.2 Yhteen sovittaminen

Raide-Jokerilla yhteensovittaminen ja kohteen luovuttaminen käy alla mainitulla tavalla. Raide-Jokerin toteuttaminen suunnitelmien mukaisesti. Raide-Jokerin luovutussuunnitelma. Allianssin luovutussuunnitelmassa kuvataan miten ja millä ehdoilla Raide-Jokerin eri valmistuvat osat luovutetaan tilaajille. Päällysrakentamisen osalta luovutus menee seuraavasti. [6.]

Luovutussuunnitelmien hyväksyminen

Tilajaat hyväksyvät Allianssin luovutussuunnitelman sisältää projektin itselle luovutus ja käyttöönotto (tilaajan ehdot) Katu ja rata sekä muut tilaajalle luovutettavat kokonaisuudet itselle luovutetaan, eli tarkistetaan rakennussuunnitelmien mukainen toteutus. Osaluovutuksen yhteydessä osalle sähkö- ja teknisistä järjestelmistä suoritetaan käyttöönotto huomioiden tilaajien ehdot. Allianssi suorittaa tarvittavat mittaukset ja tekee tarkastukset sekä huolehtii, että tarvittavat todistukset on hankittu ja viranomaistarkastukset suoritettu. [6.]

Luovutus tai osaluovutus

Raide-Jokerin kadut, taitorakenteet, raitiotieinfra ja muut liittyvät rakenteet sekä operaattorien verkostot luovutetaan rakentamisen aikana, valmistumisen ja luovutusajankohdan mukaisesti. Osaluovutusten piiriin kuuluvat ratarakenne, pylvää, liikennevalot, sähkönsyöttöasemat ja varikko. [6.]

Tarkastaminen

Tilaja tarkastavat, että suunniteltu luovutus kokonaisuudessaan täyttää sovitut luovutuksen ehdot. [6.]

Hyväksyntä

Tilaja hyväksyvät luovutuksen / osaluovutuksen sovittujen ehtojen mukaisesti. Mahdolliset havaitut poikkeamat korjataan ennen lopullista vastaanottoa. Vähäiset puutteet voidaan kuitenkin korjata jälkivastuuajana. [6.]

Vastaanotto tai osavastaanotto

Tilaja ottavat vastaan luovutettavan kokonaisuuden. Allianssin jälkivastuuajaksi käynnistyy luovutuksen kohteessa tai luovutetun kokonaisuuden osalta. Omistajien velvoitteet siirtyvät tilaajille ja kunnossapitovastuu käynnistyy. Allianssi korjaa jälkivastuuajana toteutusvaiheen laajuuteen kuuluvat mahdolliset suunnittelun ja rakentamisen virheet yhteisesti sovitulla tavalla. Kohteen voi ottaa käyttöön vastaanoton jälkeen. [6.]

Tekninen koeliikenne

Allianssi todentaa raitiotieinfran toiminnallisuuden ja yhteensopivuuden käyttöönotto-suunnitelman mukaisesti Artic XL -vaunuilla. Hyväksytyn teknisen koeliikenteen aikana varmistetaan, että sovitut osaluovutuksen ehdot täyttyvät. Raitiotien tekniset järjestelmät luovutetaan kokonaisuudessaan hyväksytyn teknisen koeliikenteen jälkeen. (kuva3). [6.]

Luovutuksen vaiheet



Kuva 3. Raide-Jokerin luovutuksen vaiheet.

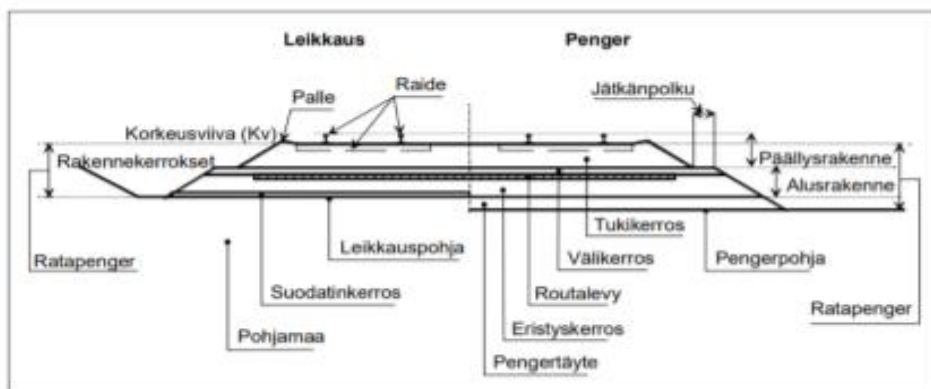
Ratarakenne osaluovutus

Sekaliikennekadun ratarakenteet. Impilahdensillassa oleva kiskoliikuntalaite luovutetaan ratarakenteen osaluovutuksen yhteydessä. Nurmiran (avonurmi/suljettu nurmi) luovutus rakenteen valmistuttua. Sepeliradat kokonaisuudessaan luovutetaan teknisen koeliikenteen jälkeen. Kiintoraideosuudet. Pysäkkialue. Osaluovutukset vastaanottajat ovat Espoon Kaupunki ja HKL. Osaluovutuksen ehtona on, että ratarakenteen tekniset järjestelmät luovutetaan teknisen koeliikenteen jälkeen. [6.]

4 Päälysrakenne raidehankkeissa

4.1 Päälysrakenne

Ratarakenteiden päälysrakenteen tehtävänä on kantaa raideliikenteen kuorma ja jakaa se alaspäin alusrakenteen kautta suoraan pohjamaalle tai esimerkiksi louhetäytölle tai paalulaatalle. Radan päälysrakenteen osalta suunnittelu perustuu RATO3 julkaisuun, jonka mukaan päälysrakenne sisältää (kuva4). mukaisesti raiteet, pölkyt ja tukikerroksen. Ratarakenteen alusrakenne sisältää eristys- ja välikerroksen sekä routalevyn ja mahdollisen pengertäytteen. [7.]



Kuva 4. Ratarakenteen osat RATO3 mukaan /lähdeviittaus 2018 julkaisuun/.

Käsitteet raitiotiessä

Alusrakenteella tarkoitetaan, kiintoraideosuudella betonilaatan alapuolista maarakennetta. Kiintoraiteen ja sepeliraiteen välissä on siirtymärakenne. Raitiotien suunnitelmissa esitetään joko kiskonselän korkeus (ksk), joka kulkee kiskon yläpinnassa kadun tasossa tai kv, joka on tässä hankkeessa kiskonselän korkeus (normaalisti rautatieympäristössä kv on pölkyn yläpinnan korkeus). Tämä tulee varmistaa rakennustöitä aloitettaessa. Suunnitelmissa alusrakenne koostuu eristyskerroksesta, kantavasta/välikerroksesta tai yhdistetystä eristys ja välikerroksesta riippuen käytettävistä kiviainesmateriaaleista. Raitiotie rakennetaan suunnitteluperusteiden mukaisesti InfraRYL:issä esitettyjä tie/katu- ja ratarakenteita koskevia vaatimuksia täsmentäen sekä siinä esitettyjä vaatimuksia soveltaen. [8.]

Raitioradan päällysrakenteet koostuvat pintalaatasta, pohjalaatasta, kantavasta kerroksesta ja jakavasta kerroksesta (tukikerros). (kuva 5).

Taulukko 13. Raitioradan päällysrakennekerrosten mitat

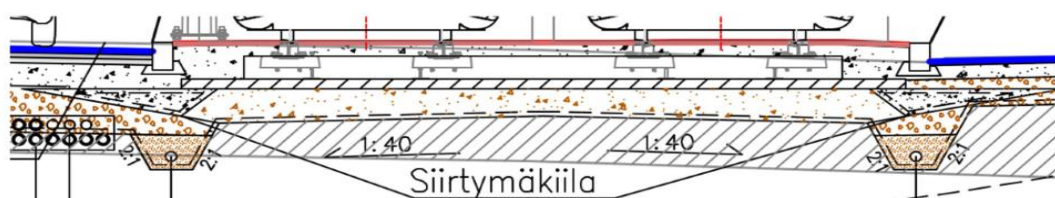
Päällysrakennekerroksen osa	Mitat (mm)
Kiskon korkeus	180
Pintalaatan korkeus	190–200
Pohjalaatan korkeus	300
Kantava kerros	250
Rakennekerrospaksuus (kiskot + pohjalaatta) (esisuunnitteluvaihe)	500
Vähimmäisrakennepaksuus sillalla	200
Rakennekerrospaksuus vaihteissa ja kiskokaivon paikoilla	n. 1 000

Kuva 5. Raitioradan päällyskerroksen mitat

Tarkemmat tekniset vaatimukset löytyvät ohjeesta Infra Ryl 21210, Jakavat kerrokset sekä Raitioteiden rakentaminen ratojen yleinen työselostus RYT (HKL). [9.]

4.1.1 Kiintoraide

Kiintoraide (kuva 5). on yhtenäiselle betonilaatalle perustettu urakiskoilla ajoneuvoliikenteen seassa kulkeva betoni-, kivi- tai asfalttipintainen raitiotieosuus. [8.]

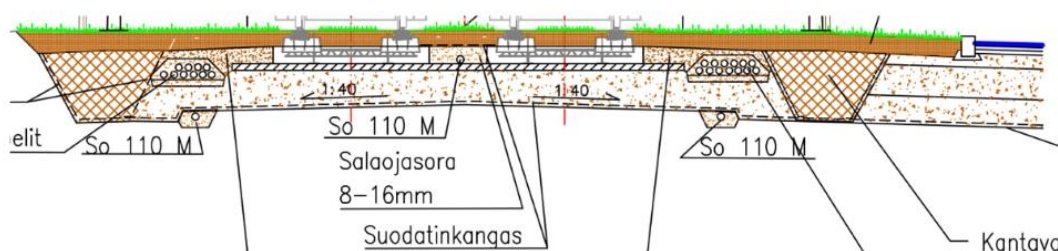


Kuva 5. Kiintoraiteen rakennepoikkileikkaus rata omalla kaistalla

Kiintoraidelaatan alle laitettu routalevy sekä uusi kantava kerros kalliomurskeesta rakennettuna ($h=300$ mm) ja kiintoraiteen rakennepoikkileikkaus perustapauksessa, jossa rata omalla kaistalla linjaosuudella.

4.1.2 Nurmiraide

Nurmiraide on kiintoraiteelle perustettu ratakiskoilla erillään kulkeva raitiotieosuus. Nurmiraiteella kiskot perustetaan teräsbetonilaatalle. Nurmiraiteen pölkyt ovat erikoismallisia mikä mahdollistaa paksumman kasvukerroksen käytön kiskojen välissä. (kuva 6).



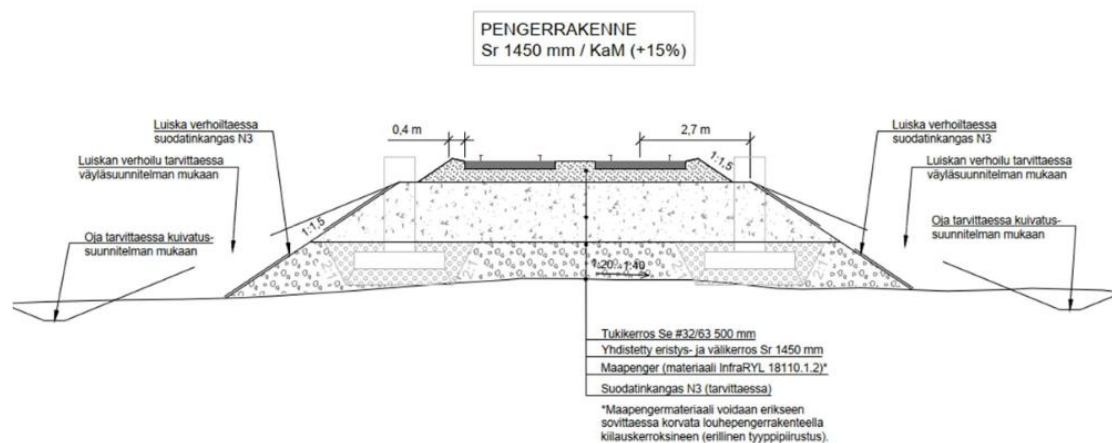
Kuva 6. Nurmiraiteen rakennepoikkileikkaus

Laattojen välissä on syvennys, josta vedenpoisto on hoidettu erillisellä viemäröinnillä. Mikäli kadun pituuskaltevuus on paikallisesti alle 1% käytetään nurmiraiteen laatan pinnassa sivuttaiskaltevuutta. Nurmiraideella käytetään vignole-profiilin kiskoja. [8.]

4.1.3 Sepeliraide

Sepeliraideosuudella sepelitukikerroksen alapuolista uutta maarakennetta. Sepeliraide on ratapölkyille perustettu ratakiskoilla kulkeva avoradalla erillään muusta liikenteestä kulkeva sepelipintainen raitiotieosuus. Sepeliraiteella käytetään nimikkeenä yhdistetty eristys- ja välikerros tai erikseen eristyskerros ja välikerros. Sepeliraide koostuu tukikerroksesta, betonisista raitiotiepölkyistä sekä 49E1-kiskoista. Sepeliraiteella käytetään betonista ratapölkyä. Tukikerros materiaalina käytetään raidesepeä, joka täyttää SFS-EN 13450 standardin vaatimukset. Sepeliraiteen rakennekerrospaksuus mitoitettu routa- ja kantavuusmitoituksen perusteella. Raidesepeän raekoko on 31,5 - 63 mm (kuva7).

Roudan perusteella mitoitettaessa käytettävä pakkasmäärä on F20. Routalevyä ei käytetä sepeliraiteen rakennekerroksissa, ellei kaivantosyvyyttä ole pakko rajoittaa erityiskohteissa. [8.]



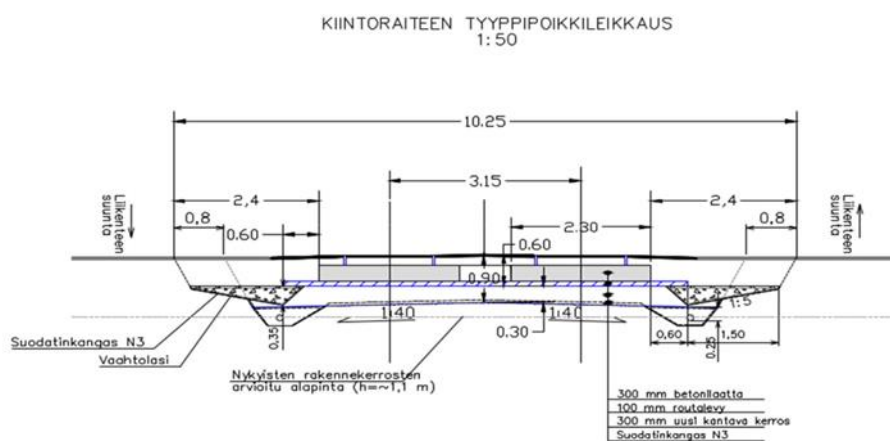
Sepeliraide penkereellä.

Kuva 7. Sepeliraide penkereellä

Radan kokonaisrakennekerrospaksuudet kalliomurskeella rakennettuna, sisältäen 0,50 m tukikerroksen: Routimaton pohjamaa 1,32 m Routiva pohjamaa 2,24 m Rakennekerrospoikkileikkaukset perustapauksille (ratajohtopylväät reunoilla ja raideväli 3,15 m). Pysäkki- ja vaihdealueilla rakennekerrokset on mitoitettu F50 pakkasmäärän mukaan. [8.]

4.1.4. Sekaliikenne katu

Liittymissä/risteyksissä voi olla joko kiintoraide tai tasoristeysrakenne. Kiintoraiteen ja sepeliraiteen välissä on siirtymärakenne. Kiintoraiteen rakennepoikkileikkaus perustapauksessa, jossa rata on linjaosuudella sekaliikennekaistalla ja kiintoraidelaatan (kuva 8).

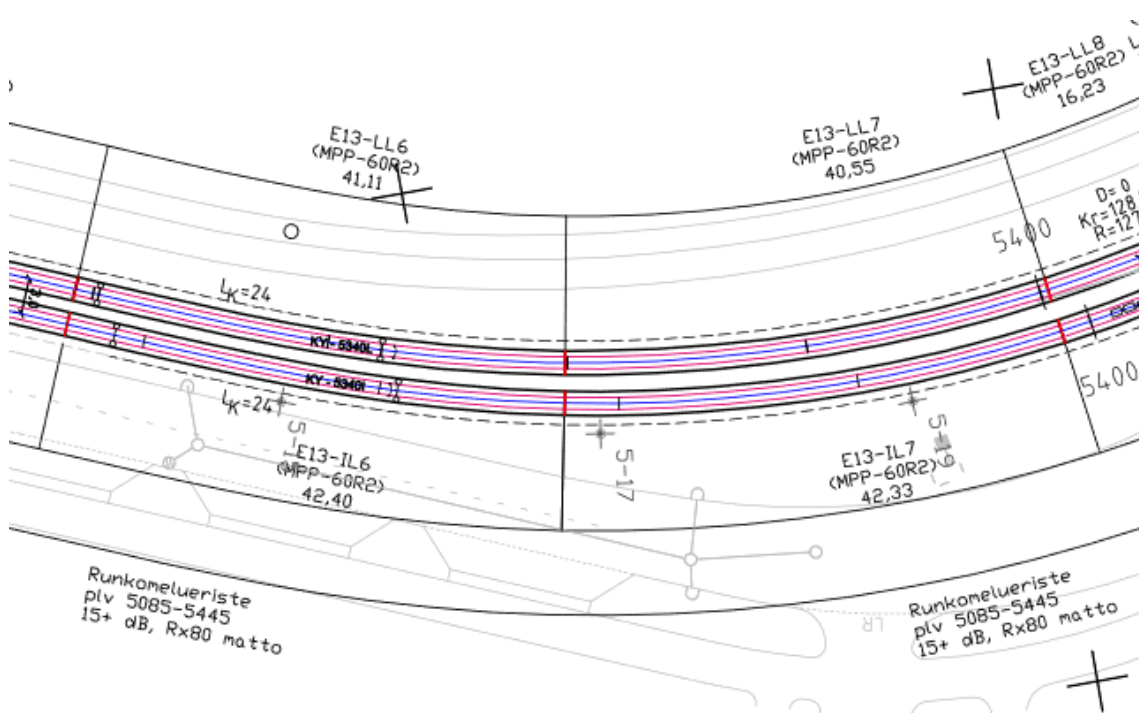


Kuva 8. Rakennepoikkileikkaus sekaliikennekaistalta.

alle on routalevy sekä uusi kantava kerros kalliomurskeesta rakennettuna (h= 0-900 mm). [8.]

4.2 Rakenteen toteutus

Raide-Jokerilla työnjohtajan tehtävät päällysrakentamisessa. Mittamiehen kanssa katsominen, että laatanpohja on hyväksyttävässä kunnossa. Laatanpohjalla on mittamiehen merkinnät. Rakentamisen laatoituskuvasta näkyy runkomelueristyksen paksuus, laatan pituus metreinä, raitiotiealue, kiskon tyyppi, vaihteet, kiskokaivo, ilmaisinkaivo, liva-ilmaisin ja salaoja/salaojakaivo. (kuva 9). Infrakitistä nähdään kiskojen paikat ja ne on merkattu numeroilla.



Kuva 9. Rakentamisen laatoituskuva

Runkomelueristeen ja pölkymäärän laskeminen. Runkomelueristeen ja pölkyn määrän vaikuttaa kuinka pitkä matka on valmista laatanpohjaa. Tavoitteena on, että valua tehdään kerralla noin 100 m. Suoralle urakiskolle laitetaan pölkyt 1500 mm jaolla ja kaarteissa jako on 750 mm. Vingole-kiskolle pölkkyjako on aina 750 mm niin kaarteissa kun suoralla. Pölkytetään 650 mm jaolla sepeliradalla.

4.2.1 Mittaustyöt

Päällysrakenteen rakentamisessa käytettävistä mittalaitteista on tehty erillinen taulukko

Infrakit-sovellukseen ja sitä hyödynnetään laaja-alaisesti Raide-Jokerilla. Päälysrakenteen mittaaminen alkaa raiteiden keskilinja- ja muottimerkeistä, jotka merkitään, kun tuotantolohko luovuttaa pohjat päälysrakenteelle. Tämän lisäksi, jos työalueelle tulee runkomelueristeitä, niille tulee merkitä levitysalueet ennen tätä vaihetta.

Samalla merkitään mahdolliset erikoiskohteet, kuten esitaivutettujen kiskojen paikat, liikennevaloilmaisimet (LIVA), kisko- ja raideyhdistyksien sijainnit, kiskokotelot sekä kisko-kaivot. Erikoiskohteiden pois lukien esitaivutetut kiskot (jotka täytyy merkitä jo kiskon tuontia varten) merkintä tehtävä viimeistään siinä vaiheessa, kun kiskot on asennettu työkohteeseen. Raiteet asemoidaan kahteen kertaan. Ensimmäisellä kerralla tehdään esiasemointi, jolloin raide pyritään saamaan n. 0-3 mm päähän oikeasta sijainnista. Tämä nopeuttaa lopullista asemointia huomattavasti. Suositus on, että jo tässä vaiheessa mittaaja on kiskonasennusryhmän mukana. Asemoitavan raiteen johtokiskon asemointi on mittaajan vastuulla, kiskonasennusryhmän vastuulla on raideleveyden ja toisen puolen kiskon korkeusaseman määrittäminen. Työnjohtaja katsoo, kiskoasennusryhmän kanssa, että raideleveys on välillä 0-+2 mm. [10.]

Asemoinnissa on huomioitava kiskon ominaispiirteet, raidetta ei ole mahdollista saada pistemäisesti vain jostain kohtaa paikoilleen, niin ettei siirto vaikuttaisi ympäröivään alueeseen. Siksi isommissa siirroissa (sivusuunta tai korkeus) on tehtävä edestakaista tarkastelua (raiteen pituussuunnassa) johtokiskon kanssa varmistaakseen, että koko asemoitava alue on riittävällä tarkkuudella kohdillaan. [10.]

Raidetta asemoidessa käytetään apuna kulmarauta/prisma -pakettia. Viimeisessä asemoinnissa (valuasemointi) käytetään aina prismana pyöröprismaa. Raide asemoidaan toispuoleisesti johtokiskoa mittaamalla. Johtokiskona käytetään aina raiteen uloimpaa kiskoa kaksoisrataan nähden. Kallistettujen kaarteiden osalta johtokisko on kuitenkin aina kaarteiden alempi kisko. Raiteiden asemointi tehdään yhteistyössä kiskonasennusryhmän kanssa ennen betonointia. Kiskonasennusryhmä pitää huolen, että asemoitavan raiteen raideleveys on oikea. [10.]

4.2.2 Eri päälysrakenteiden rakentaminen

Raide-Jokerilla tehdään kiintoraidelaattaa valettuna kuitubetonimassaan (teräskuituja 30 kg/m³) sekä sepeli ja murskeraidetta. Päälysrakennemittaajien tavoitteena on rakentaa raiteet geometrisesti suunniteltuun asemaan ja hyväksytyihin toleransseihin. Laatan toleranssit; pituus ±100 mm, leveys ±50 mm ja korkeus ±20 mm.

Sepeli ja murskeraide toteutetaan lopulliseen asemaansa tukemiskoneella. Kiintoraiteet tehdään käsin ja näissä mittauksissa täytyy olla erityisen tarkkana pienien toleranssien takia.

Raiteiden sivusuuntainen aseman sijaintitarkkuus on varmistettava ennen pintasepelin levittämistä. Raiteissa ei tulisi olla yli ± 30 mm sivusuunnan poikkeamia, jotta raiteet saataisiin mahdollisimman vaivattomasti tuettua koneellisesti paikalleen. [10.]

Kiintoraiteet asemoidaan suunniteltuun geometriaan rataan kiinnitettyjen vanttien (sivusuunta) sekä korkeudensäätöpulttien (pystysuunta) avulla. Hankkeella saattaa tulla erikoiskohteita, joissa tehdään radan säätäminen edellä mainitusta poiketen. Nämä käydään läpi ratatuotannon kesken ennen toteutusta. [10.]

Mittaaja pitää huolen asemoitavan raiteen johtokiskon asemoinnista. Kallistuksen tarkastus on kiskonasennusryhmän vastuulla kallistamattomissa raideosuuksissa. Käytetään raide kallistuksen osalta vaadittavalla tarkkuudella. [10.]



Kuva 10. Elektroninen tarkkuusvatupassi

Stabilan (kuva 10). elektronisella tarkkuusvatupassilla päästään 0.5 mm/1 m kallistus-tarkkuuteen. Vatupassin toimivuus tarkastetaan takymetrin kanssa ennen jokaista valuasemointia. Kallistetuissa kaarissa lähtökohtaisesti kallistettu osuus mitataan takymetrillä. Vatupassin käytön soveltuvuus kallistettujen kaarien osalta täytyy tehdä työtapa-tarkkailuna. Mikäli vatupassi mittaa saman kallistuslukeman kuin takymetri, niin kallistuk-sien säädöille vatupassille, ei ole estettä. Kallistuksien säätö on tällöin mittajaan ja kiskonasennusryhmän vastuulla, siirtymäkaarissa mittajaan tulee aina ilmoittaa tavoitekal-listus kiskonasennusryhmälle. Oikea kallistuslukema täyden kaaren osalta on tarkastet-tava aina geometriasuunnitelmista. [10.]

Laatanpohjat ja melueriste

Ennen työn aloitusta pohjat tarkastetaan ja hyväksytään. Mittamies (kuva11). merkitsee laatoitus suunnitelman mukaisesti seuraavat asiat, melueristysalueet, kiintoraidelaattojen sijainnit, kiintoraidelaattojen liikuntasaumot ja kiintoraidelaatan tunnuksen. [11.]



Kuva11. Hyväksytty laatanpohja ja mittamiehen merkinnät

Laatan pohjalle levitetään melueriste (kuva12). kohdissa, joissa se vaaditaan.



Kuva 12. Melueristys ja muovi

Melueristeisiin tai pohjiin merkataan mittamiehen toimesta laatan reunat ja kiskojen ase-
mointiin tarvittavat merkinnät (esim. keskilinja, kaarteet).

Nostotyöt

Autosta nostetaan työmaalle tulevat kiskot, pölkyt (kuva13). sekä muut radan rakentamiseen tarvittavat materiaalit. Nostotöitä tehdään koko linjalla, pääsääntöisesti jokaisella työalueella. Toistuvista ja samankaltaisista nostotöistä tehdään koko päällysrakenteelle yksi nostotyösuunnitelma ja turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelma käydään läpi kaikkien nostoon osallistuvien kanssa.

Normaalista poikkeavista sekä vaativista nostoista tehdään aina oma nostotyösuunnitelma. Jokaisesta nosturin pystytyksestä tehdään oma pystytyspöytäkirja. Nostoissa käytettävän kaluston tulee olla tarkastettu ja tarkastusdokumentti oltava esitettävissä. Työ tehdään valoisalla ja selkeällä kelillä, muuten järjestetään tarpeeksi hyvä valaistus työmaalle. [11.]



Kuva 13. Pölkkykuorma työmaalla

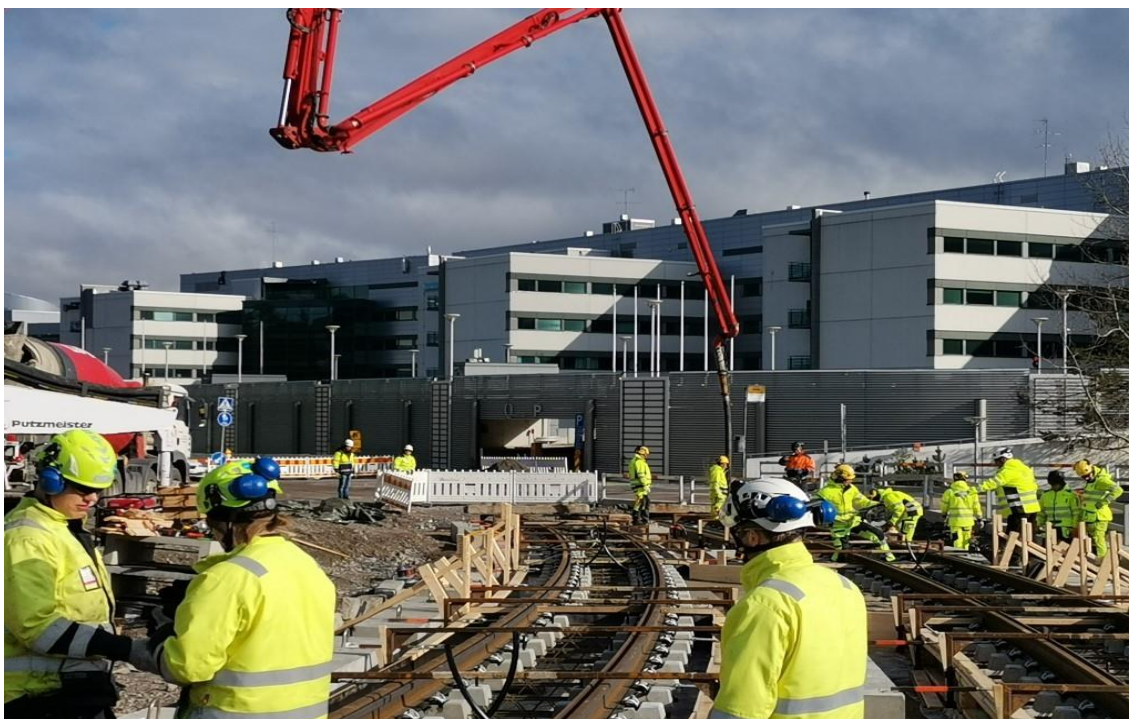
Työmaan henkilöstö pitää tarvittavaa varoetäisyyttä elementteihin ja nosturiin työn aikana. Paikalla on ainakin yksi EA 1 -kurssin käynyt.

Kiskojen asemointi, raudoitus ja muotitus

Pölkkyt ja betonipainot tuodaan työmaalle ja jaetaan paikalleen nosturiautolla. Kiskot tuodaan kohteelle lavetilla. Kiskot nostetaan asemointia varten erillisille asennustyynyille tarvittaessa. Kiskojen nostot nostosuunnitelman mukaisesti (Au: yleinen ja erikoiskohdeet). Kiskot kiinnitetään tarkempaa asemointia varten pölkkyihin. Puolipölkkyt tuetaan ympäröivään maastoon tai erillisiin betonipainoihin. Kiskot asemoidaan toleranssien mukaisesti kohdalleen. Muotit sekä kiinnityssoljet jaetaan laatanreunoille ja suoritetaan muotin kasaus. Tehdään muotin liikuntasaumot, kutistumasaumat ja päätystopparit. Sähkö- ja teknisten laitteiden asennukset (liikennevalosilmukat, kisko- ja raideyhteyteen, vaihdeohjausjärjestelmät, kiskokotelot, syöttökaapelit). Kiskokaivojen ja -koteloiden asennukset tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lopuksi suoritetaan muotin ja teknistenlaitteiden asennusten tarkastus tulevaa valua varten. [11.]

Laatan valu

Suoritetaan valuasemointi kiskoille juuri ennen valutöiden suorittamista. Betonipumppu (kuva 14). ohjataan suunnitellulle paikalle ja varmistetaan betoniautojen pääsy paikalle. Käydään pumppaajan kanssa läpi työmaalla olevat haitat, kuten puut ja sähkölinjat jne. Tehdään pystytystarkastus betonipumpulle ja kuljettaja laatii pystytyspöytäkirjan tästä. Valun saa aloittaa vasta, kun työnjohto antaa luvan ja tarvittavat kokeet massalle on tehty. Kuorma puretaan siten, että kiskot, hajavirtakumit ja ympäristö pysyvät siistinä. Ensimmäiset betonimassat pumpataan niille osoitettuun paikkaan, mutta ei muottiin n. 100 l. Puretaan kuorma läheltä muotin pohjaa, jolloin se ei erotu tai roisku hallitsemattomasti. Valu toteutetaan kiskojen välistä. Betonin tärytys suoritetaan systemaattisesti edeten noin 25 cm ruuduilla. Välittömästi betonoinnin jälkeen levitetään jälkihoitoaine betonin pintaan. Kaikki valuun osallistuvat henkilöt tarkkailevat muottia ja ilmoittavat työnjohdolle, jos havaitsevat jotakin poikkeavaa. Talvibetonoinnin ollessa kyseessä tulee valu peitellä pakkasmatoon sekä pressuun, huolehditaan että lämmittimet ovat paikallaan ja että aggregaatissa on polttoainetta. Valu peitellään välittömästi, kun se on töitä häiritsemättä mahdollista lämmön ja kosteuden haihtumisen ehkäisemiseksi. [11.]



Kuva 14. Laatan valu

Talvibetonoinnissa tilataan massa kuumabetonina ja valun lämpötilaa seurataan valun aikana mittauksin ja sen jälkeen loggereilla kovettumisen varmistamiseksi. Valun päättyessä ylimääräisiä betoneja ei pumpata työmaalle. Betonipumpun pesu suoritetaan sille soveltuvassa paikassa tai ohjataan pumppu kaatopaikalle tai betoniasemalle pestäväksi. Varmistetaan, että suojaukset on tehty siten, että ne eivät lähde tuulen vaikutuksesta liikkeelle. Työ on luonteeltaan toistuvaa ja tämän suunnitelman työvaiheet toistuvat jokaisen kiitoraidelaatan kohdalla. [11.]

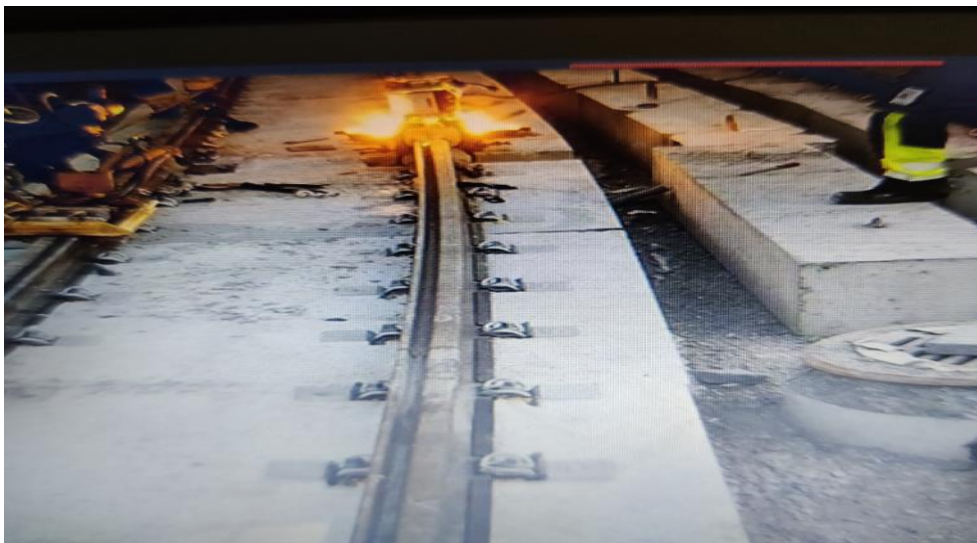
Muottien purku ja siivous

Valussa olevat pultit ja säätöruuvit poistetaan valusta seuraavana päivänä. Muotit puretaan betonin saavutettua riittävän lujuuden, pääsääntöisesti valusta seuraavana päivänä. Muotit pyritään kierrättämään ja materiaali, jota ei pystytä kierrättämään siivotaan siististi jäteastioihin. [11.]

Hitsaus

Valmiiksi asennettujen 49E1 ja 60R2 ja kiskoatkosten hitsaukset suoritetaan termiittijatkohitsauksena (kuva15). Termiittihitsaus on tulityötä ja se vaatii aina tulityöluvan.

Hitsauskaluston nostotyöt suunnitellaan kohteessa ja suoritetaan hyväksytyllä nostokaluksella. Hitsatuista jatkoksista tehdään hitsauspöytäkirja. [11.]



Kuva 15. Termiittijatkohitsaus

Jatkoshitsien ultraäänitarkastus. Aikataulua tarkkaillaan työn edetessä ja tehdään tarvittaessa korjaavia toimenpiteitä. Töissä noudatetaan Suomen lakia, asetuksia, sekä työehtosopimuksia. Termiittiä säilytetään varastoalueella sille osoitetussa varastokontissa lukkojen takana. [11.]

Kiskojen kumitus

Tuodaan kumimateriaalit nostinautolla työpisteeseen. Sijoitetaan materiaalien kuormalavat siten, että ne ovat keskeisellä paikalla, muttei muiden töiden tiellä.



Kuva 16. Kiskot mihin asennettu kumit paikoilleen

Jätteet siivotaan tarkasti töiden jälkeen, koska kyseessä on viimeinen radan päällysrakenteiden työvaihe. Kumitus (kuva16). tehdään joko ennen valua tai valun jälkeen. [11.]

4.3 Päällysrakenteen ohjekortit

Kiintoraidelaatan pölkytyksen ja kiskotuksen työvaiheisiin siirryttäessä tulee seuraavat asiat olla suoritettuna:

- Nosto ja kuljetuskaluston on varattu
- Materiaalien tarpeiden kartoitus ja varmistus (varastossa)
- Nostopaikan tarkastus ja nostimen paikan suunnittelu
- Suunnitelmakuvien läpikäynti
- Asennusalustan pohjat ovat valmiina
- Mittamies merkannut keskilinjan sekä laatan päädyt. [12.]

Työvaiheen toteutuksessa: pölkyt nostetaan yksi kerros kerrallaan kuormalavalta alusrautojen päälle (kuva 17). Pölkyt siirretään alusrautoja pitkin kohdilleen kulloisenkin halutun jaon mukaisesti. Näin pölkytetään koko valettavien laattojen alue. Kiskot nostetaan siten pölkyjen päälle ja ne kiinnitetään. Rakenne nostetaan sentin tarkkuudella oikeaan korkoon nostopulttien avulla. Paino kivet nostetaan paikoilleen joko radan keskelle tai molemmille laidoille. Rakenne jää odottamaan muotitusta ja varsinaista ase-
mointia. Jätteen siivotaan ympäristöstä heti pois. [12.]



Kuva 17. Pölkykuorman purku

Onko nostolle tilaa ja onko alueella sitä haittaavia tekijöitä, kuten puut, sähkölinjat jne. Maan on oltava kanta nostimen tassujen alla. Ympäröivän liikenteen jatkuva huomioiminen. Hyväksytyt nostoapuvälineet, leimat oltava kunnossa. Kiskojen vaatima nosto tila tarkastettava. Erityistä varovaisuutta noudatettava kiskoa pyöräytettäessä. Nostettavien taakkojen alle ei saa koskaan mennä. [12.]

Kiintoraidelaatan työvaiheentoteutus. Mittamies merkkää maahan valettavan betonilaidan reunalinjan. (kuvassa 18 vihreällä). Mittamiehen merkeistä on hyvä esim. merkintälangalla piirtää itselle linja, jotta muotin laidat saadaan pystytettyä tarkasti myös silloin, kun merkinnät ovat kaukana toisistaan. Siivut pystytetään niihin tarkoitettujen solkien avulla, ujuttamalla soljet muottisiivuihin kiinnitettyihin pidikkeisiin. Päätystopparit voi tehdä esim. lautamuottina. [12.]



Kuva 18. Mittamiehen merkit

Mittamies merkitsee maahan liikuntasauojen paikat. Liikuntasauoman materiaalina toimii solumuovimatto. Liikuntasauomoihin (kuva 19) tulee sinkityt liikuntasauumatapit, joissa toinen puoli on kumitettu. [12.]



Kuva 19. Liikuntasauama

Liikuntasauamatapit estävät laattojen liikkumisen sivusuuntaan toisiinsa nähden. Laatan alussa ja lopussa liikuntasauama. Kaarteiden tekoon on oma muottikalusto, joissa sisäkaarteiden siivut ovat hieman lyhyempiä, toimintamalli muuten sama (kuva 20). Rataan/kiskoihin ja niiden kiinnityksiin ei saa koskea, rata ei saa liikkua asemoinnin jälkeen. [13.]



Kuva 20. Valumuotti

Valun jälkeen muotit puretaan ja siirretään seuraavalle laatalle, jossa samat työvaiheet toistetaan.

Roskat, puujätteen ja kaikki muut siivotaan pois ympäristöstä. Moottorisahaus ja rälkääntö niin, ettei ympäristöön jää sahanpurua eikä kipinät vahingoita ympäristöä. Turvallisuudessa otetaan huomioon muottisiivujen yms. laahauksessa varovaisuutta, suuri kompastumisriski. Muottisiivujen työstäminen tehdään aina turvallisella paikalla.

Nostopaikat oltava aina tarkistettu ja kunnossa kun tuodaan muottisiivuja ja solkia. Kulkureitit oltava kunnossa autoille ja työntekijöille. [13.]

Kiintoraidelaatan betonoinnin työvaiheet. Betonoidaan kuitubetonilla (kuva 21). radan kiskojen kiintoraidet betonilaattaa. Työn saa aloittaa, kun työnjohto antanut siihen luvan. Kuorma puretaan siten, että rata, varusteet ja laitteet sekä muotti pysyvät paikallaan. Ensimmäisiä löysiä betoneja ei pumpata muottiin. Puretaan kuorma mahdollisimman läheltä muottia ja pienellä pudotuskorkeudella. Systemaattinen täryytys, joka ulotetaan alempaan valukerrokseen. Välittömästi betonoinnin jälkeen levitetään jälkihoitoaine valun pintaan. Varotaan sotkemasta kiskoja, kiinnikkeitä tai hajavirtakumeja. Ilmoitetaan työnjohdolle, jos epäillään muotissa olevan jonkin vialla. Talvibetonoinnin ollessa kyseessä tulee valu peitellä pakkasmatoon sekä pressuun, että lämmittimet ovat paikallaan ja että aggregaatissa on polttoainetta. Peittely tehdään välittömästi, kun kohta on betonoitu, jolloin betonin oma lämpö säilyy parhaiten ja valun jäätymiseltä vältytään. [14.]

Ympäristössä otetaan huomioon. Aggregaatin polttoaineet, säilytetään ehjissä kanistereissa ja tankkauksessa huolellisuutta.

Muotti öljyä ja jälkihoitoainetta levitetään siten, että sitä ei roisku maahan. Valu toteutetaan siististi sotkematta ympäristöä. Jäännösbetonin sijoituspaikka ja pumpun pesupaikka ei ole työmaalla. [14.]



Kuva 21. Kiintoraidelaatan valu

Kiintoraidelaatan betonilaatan valutöissä on huomioitava erityisesti turvallisuuseikat. Betoni on voimakkaasti emäksinen aine ja ihokosketusta on vältettävä. Suojalaseja ehdottomasti käytettävä ja käyttöä valvottava. Huuhdepullot on oltava saatavissa tarvittaessa. Betoniautojen peruutushälyttimien on toimittava, siinä ja oltava varuillaan niiden ja myös

muun työmaaliikenteen kanssa. Liikkumista pumpun letkun alta on vältettävä letkua siirrettäessä. [14.]

Sepelirata (kuva 22). osuuden rakentamisen työvaiheet. Hitsataan kiskot 90 m pitkiksi leimu hitsauksella. Nostetaan kiskot mahdollisuuksien mukaan tulevan raiteen molemmille puolille odottamaan. Levitetään pohjasepeli n. 200 mm paksuudelta toiselle raiteelle välikerroksen päältä, koneohjatulla kaivinkoneella. Pohjasepelin pinnan täytyy jäädä 50mm teoreettista pintaa alemmaksi, että raiteentukemiskoneelle jää nostovaraa lopputuennassa. Pölkytetään 650 mm jaolla toinen raide välikerroksen päältä. Pölkytyksessä käytetään kaivinkonetta. Kiskotetaan kiskopyöräkaivinkoneella ja telakonetta apuna käyttäen pölkytetty raide. Tehdään jälkisepelointi kiskopyöräkaivinkoneella sekä kärrillä (tilavuus n.10 m³) tai mahdollisuuksien mukaan vieressä kulkevalta tieltä. Toinen raide pohja sepelöidään telakaivinkoneella välikerroksen päällä peruuttaen. [15.]



Kuva 22. Sepelirata

Pölkytetään toinen raide sepelin päällä peruuttaen. Kiskotus kiskopyöräkaivinkoneella. Tehdään jälkisepelointi kiskopyöräkaivinkoneella sekä -kärrillä (tilavuus n.10 m³) tai mahdollisuuksien mukaan vieressä kulkevalta tieltä. Kaikki sepeliraiteet tuetaan ja harjataan vuonna 2021 ja 2022. Tarvittavat jälkisepeloinnit tehdään kiskopyöräkaivinkoneella sekä -kärrillä. Loppuhitsit sekä kiskohionnat. [15.]

Ympäristö ja turvallisuus. Työt tehdään vahingoittamatta ympäristöä. Työkoneissa on öljyvahingon varalta imeytysainetta sekä alkusammutuskalusto. Huolehdittava tarvittavasta pölynsidonnasta. Työmaan jätehuolto on järjestetty ja jokainen työntekijä huolehtii omista jätteistään. Käytettävät työkoneet oltava tarkastettu ja tarkastuspöytäkirja

nähtävissä. Henkilökohtaiset suojarusteet oltava aina kunnossa. Huomioitava muu liikenne ja sivulliset. Suunnitelmiin perehtyminen. [15.]

5 Töiden aikataulutus

Aikataulujen tulee olla tarkkuudeltaan käyttöön sopivia, realistisia mutta myös niiden pitää olla tarpeeksi tavoitteellisia. Rakennustyömaan aikataulujen on tarkoitus kuvata tuotantoa ja toimia työmaan ohjauksen sekä valvonnan välineinä. Aikatauluilla pyritään ennakoon varautumaan erilaisiin häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muuttumiseen. Aikatauluohjelmien käyttö tuokin edellä mainittuihin asioihin helpotusta. Tärkein tekijä aikataulusuunnittelun onnistumisessa on hyödyntää kaikki käytettävissä oleva informaatio hankkeen edetessä ja tarkentaa suunnittelua sen mukaan. Erittäin tärkeää on myös erilaisten muutosten aikainen havaitseminen. [16.]

5.1 Työnjohtajan laatima viikkoaikataulu

Toimivan viikkoaikataulun laadinta perustuu seuraavanlaisiin lähtötietoihin, joita ovat: työ- ja rakentamisvaihe aikataulu, erityissuunnitelmat ja tehtäväsuunnitelmat, aikaisempi viikkoaikataulu ja sen toteutuma, käytettävissä olevat resurssit työkauppoihin, tuntimäärät sekä käytössä oleva muu työvoima, materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat, työtehtävien valmiusaste ja työmaan tilanne, toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot, yrityskohtaiset tuotantotiedostot ja työmenekkitiedostot. [16.]

Vapaa työkohde, suunnitelmat, koneet, kalusto, materiaalit ja tekijät sekä riittävästi varattu aikaa kyseisen työn tekemiseen. Kun nämä asiat ovat kunnossa, on tehtävän toteutuminen hyvällä malilla. Keskeneräisten töiden ajoitus perustuu työsaavutuksiin tai työmaan toteutuneisiin työmenekkeihin. Työt, joita ei ole vielä aloitettu, mitoitetaan tuotantotiedostojen tai yrityskohtaisten tiedostojen perusteella.

Työnjohtajat arvioivat määrä- ja aikatavoitteiden perusteella tarvittavat resurssit ja vertaavat niitä käytössä oleviin. Erittäin tärkeää on yhteistyö työryhmän ja aliurakoitsijan kanssa. Se on tärkeä osa viikkosuunnittelu. Vastaava työnjohtaja tai työpäällikkö selvittävät tavoitteet työaikataulun- tai rakentamisvaiheen avulla. Tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi tietyn alueen tai kohteen valmius tietyntä päivänä. Sen lisäksi selvitetään, miten tavoitteisiin on mahdollisuus päästä ottaen huomioon käytettävissä olevat resurssit, niiden mahdollinen lisätarve ja vapautuminen. [16.]

Raide-Jokerilla aikataulujen laatijoina toimivat kunkin työkohteen työnjohtajat, jotka soveltavat aikataulut yhteen yhdeksi viikkoaikatauluksi vastaavan työnjohtajan johdolla. Viikkoaikataulu toimii sekä työntekijöiden, että sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena.

Raide-Jokerilla käytetään aikataulu sovelluksena Microsoft Exceliä (kuva 23). Siihen merkataan 3 viikkoa, edellinen viikko käydään läpi viikkopalaverissa ja siihen merkataan toteuma prosentti. Työt suunnitellaan kolmen viikon sykleissä. Alla on esimerkki kolmen viikon aikataulusta Raide-Jokerilla kesältä 2020.

Kohde / Työlaji	Laatan pituus [m]	sähkö	LIVA	Huomiot avat muutokseksi	Kaivot ja muut suoritukset esim. ylimääräinen täpövesi	Hibit	Tot. %	Laatinut	Rataryhmä	31	32								
Lohko 2																			
E13 Laatta 1 plv 5150-5195	36m	2x KY,RY	LIVA			1	8			H	KU	A	M	V	S	S	S	S	S
E13 Laatta 2 plv 5195-5215	29,8m		LIVA				4												
E13 Laatta 3 plv 5215-5267	51,98m	2x KY,RY,KK				2	12			KP									
E13 Laatta 4 plv 5267-5282	15,52m						4			KP									
E13 Laatta 5 plv 5282-5317	34,33m		2x LIVA				8			KP									
E13 Laatta 6 plv 5317-5359	42,40m	2x KY					8			KP									
E13 Laatta 7 plv 5359-5401	42,33m						4			KP									
E13 Laatta 8 plv 5401-5419	17,25m		LIVA				4												
E13 Laatta 9 plv 5419-5426	6,87m																		
E13 Laatta 10 plv 5426-5445	19,01m	2x KY,RY					4												
E13 Laatta 11 plv 5445-5493	55,16m					2	12												
E13 Laatta 12 plv 5493-5537	51,0m	2x KY	LIVA				12												
E13 Laatta 13 plv 5537-5594	50,0m		2x LIVA				12												
E13 Laatta 14 plv 5594-5624	37,3m	2x KY,RY	LIVA			2	8			KU	S	S	S	S					
E13 Laatta 15 plv 5624-5658	39,12m		2x LIVA				8			KU	S	S	S	S					
E13 Laatta 16 plv 5658-5701	29,74m		LIVA																
E13 Laatta 17 pvl 5701-5724	7,33m	2x KY,RY																	
E13 Laatta 18 pvl 5724-5746	22,26m																		

Kuva 23. Aikataulu Raide-Jokerilla

Lyhenteiden selitykset P=pölkky, Kt=kiskontuonti, H=hitsaus, A=Kiskonasemointi, R=Runkomelueriste, M=Muoitus, V=Valu, S=Siivous, K=Kumitus (kuva 24).

Kohde / Työlaji	Laatan pituus [m]	sähkö	LIVA	Huomiot avat muutokseksi	Kaivot ja muut suoritukset esim. ylimääräinen täpövesi	Hibit	Tot. %	Laatinut	Rataryhmä	31	32								
Lohko 2																			
E13 Laatta 14 plv 5594-5624	37,3m	2x KY,RY	LIVA			2	8			KU	S	S	S	S					
E13 Laatta 15 plv 5624-5658	39,12m		2x LIVA				8			KU	S	S	S	S					
E13 Laatta 16 plv 5658-5701	29,74m		LIVA																
E13 Laatta 17 pvl 5701-5724	7,33m	2x KY,RY																	
E13 Laatta 18 pvl 5724-5746	22,26m																		
E14 Laatta 5 plv 5811-5834	23,92m																		
E14 Laatta 6 plv 5834-5857	23,11m																		
E14 Laatta 7 plv 5857-5896	32,34m																		
E14 Laatta 10	32,53m																		
E14 Laatta 11	9m																		
E14 Vaihte 12	30,18m																		
E14 Laatta 13 plv 5983-5990	6,88m																		
E14 Laatta 14 plv 5990-6002	12,97m					2				A	A	A	A	M	MKU	V	S	S	S
E14 Laatta 15 plv 6002-6007	5m					0				A	A	A	A	M	MKU	V	S	S	S
E14 Laatta 16 plv 6007-6025	24,14m	2x KY				8				A	A	A	A	M	MKU	V	S	S	S
E14 Laatta 17 plv 6025-6051	22,96m					8				A	A	A	A	M	MKU	V	S	S	S
E14 Laatta 18 plv 6051-6086	30,46m		Zalva	Sinikka		12				S	S	H	H	KU					
E15 Laatta 1 plv 6086-6115	28,81m	KK, 2x KY,RY	LIVA			2	8			H	H	KU	S	S					
E15 Laatta 2 plv 6115-6144	30,71m					4													
E15 Laatta 3 plv 6144-6172	27,62m																		
E15 Laatta 4 pvl 6172-6196	24,57m		LIVA																
E15 Laatta 5 pvl 6196-6215	25,40m	KK, 2x KY,RY	LIVA			2													

Kuva 24. Aikataulu Raide-Jokerilla

Suunniteltua ja aikataulua voidaan hyvin analysoida viikkotasolla suunniteltujen ja toteutuneiden vertailulla. Suunnitelmien saamissa voi olla viiveitä samoin materiaalien toimitusajat voi olla ongelmia, joten viikkosuunnittelun lisäksi on muistettava valvoa myös hankinta-aikataulun ja suunnitelma-aikataulun toteutumista.

Hyvän viikkoaikataulun edellytykset. Hyvällä viikoittaisella ohjauksella ja valvonnalla sekä tehtäväsuunnitelmien noudattamisella. Yksittäisen aikataulutehtävän toteutuminen varmistetaan myös ennakoivalla edellytysten luomisella.

5.2 Planman Project

Ohjelmaan syötettyjen tehtävien ja resurssien suunnitelmia suhteessa tavoitteeseen ja toteutumisiin voidaan tarkastella eri näkymillä kuten janakaavion, paikka-aikakaavion, aikataulukon sekä erilaisten kuvaajien, matriisien ja karttakäyttöliittymän avulla. Esimerkiksi infra-hankkeissa tehtävät voidaan kytkeä karttaan google, jolloin tehtävien sijainti on käytännössä nähtävissä. Ohjelmassa pystyy muodostamaan myös tehtävä- ja resursisirekisterit. Ohjelmalla pystyy hallita myös useampaa hanketta yhtä aikaa, ja hallita niiden kesken jaettuja resursseja. Viikkoaikataulutusta ja hankintasuunnitelmia varten on erilliset käsitteet ja kaaviot ohjelmassa. Project toimii yhdessä yleisimpien kalenteriohjelmien, kuten Microsoft Outlookin kanssa. Myös taulukkolaskennasta, esim. Excelistä, voi tuoda tai viedä tietoa ja taulukoita napin painalluksella. Projektin tallennusmuotona voidaan käyttää XML-tiedostoa, jolloin projektitietoihin pääsee käsiksi muilla ohjelmilla. Planman Project on muokattava, Microsoft Office-tyylisellä käyttöliittymällään, jossa toiminnot ovat nähtävissä tilannekohtaisissa pikavalikoissa. [16.]

6 Kehittämiskohteet

Raide-Jokeri on iso projekti, jossa on mukana monta toimijaa. Päällysrakentaminen toimii erittäin hyvin eri allianssi toimijoiden kesken. Tiedonkulku on tietysti välillä haastavaa, mutta kun projekti etenee, niin varmasti se paranee. Olisi myös erittäin hyvä, jossa kaikilla olisi käytössä samat sovellukset ja kaikki rakentamiseen tarvittava materiaali lyötyisi yhdestä ja samasta paikasta. Se säästäisi aikaa ja samalla saataisiin työn tehokkuus vielä entistä paremmaksi. Pölkkyjen kestävyudessa on ollut haasteita, mennyt useampi rikki. Pölkkyjen toimittaja on annettu palautetta ja he ovat niitä kehittäneet kestävimiksi.

Aikataulu sovelluksena Microsoft Excelin käyttö on hieman haasteellista, nykyään löytyy sovelluksia mitkä on varta vasten tarkoitettu aikataulujen laadintaan. Planman Project on niistä yksi esimerkki.

6 Yhteenveto

Vaikka tämä on projektina iso ja haastava koin työn erittäin mielenkiintoisena ja opettavana. Tampereella aikeisemmin rakennettu raitiotie allianssi ja sieltä siirtynyt osaaminen Raide-Jokerille. Rakentamista on kehitetty ja viety eteenpäin. Otettu käyttöön ne mitkä, on hyväksi havaittu ja niitä on kehitetty mitä on tarvinnut.

Jokaisessa työvaiheessa on omat haasteensa ja niihin pyritään varautumaan hyvällä ennakosuunnitelmalla ja osaavalla työryhmällä.

Kruunusillat-raitiotie on seuraava rakennuskohde missä varmasti on jo käytössä kaikki, mitä on opittu niin Tampereen kun Raide-Jokerin rakentamisessa.

Lähteet

- 1 Luettu 1.7.2020 <https://raidejokeri.info/>
- 2 Luettu 4.7.2020 <https://www.nrcgroup.fi/>
- 3 Luettu 6.7.2020 <https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/kruunusillat-fi/tietoa-hankkeesta/>
- 4 Luettu 1.9.2020 <https://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyytta/tyonjohtajat/pohjarakenustyonjohtaja/>
- 5 Luettu 3.9.2020 <https://docplayer.fi/10579014-Allianssimalli-1-johdanto-2-allianssimallin-tutkimus-ja-pilotointi-suomessa.html>
- 6 Luettu 5.8.2020 Raide-Jokeri luovutuksen vaiheet
- 7 Luettu 1.10.2020 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-13_rato3_web.pdf Liikenneviraston ohjeita 13/2018
- 8 Luettu 4.10.2020 Kiintoraiteen alusrakennehje Versio 1.0_8.3.2017
- 9 Luettu 1.11.2020 http://www.e-julkaisu.fi/hkl/raitioteiden_suunnitteluohje/mobile.html#pid=1
- 10 Luettu 20.9.2020 RJ_000_RAT; RTU Ohjekortti-Päällysrakennemittauksien suorittaminen (ID 52322)
- 11 Luettu 5.10.2020 Raide-Jokeri Työvaiheen työ-, laatu ja turvallisuussuunnitelma
- 12 Luettu 2.10.2020 Kiintoraide RJ_000_RAT_Ohjekortti-Pölkkytys ja kiskotus (Desktop, Web, Mobile)
- 13 Luettu 1.10.2020 Kiintoraidelaatan muotitus RJ_000_RAT_Ohjekortti-Kiintoraidelaatan muottityöt (Desktop, Web, Mobile)
- 14 Luettu 1.10.2020 Kiintoraidelaatan betonointi RJ_000_RAT_Ohjekortti-Kiintoraidelaatan betonointi (Desktop, Web, Mobile)
- 15 Luettu 2.10.2020 Sepeliraide RJ_000_RAT_Ohjekortti-Sepelirata (Desktop, Web, Mobile)
- 16 Luettu 15.10.2020 R6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus

Taulukko A.

POHJARAKENTEIDEN TYÖNJOHTOTEHTÄVÄN VAATIVUUS		
<p>Normaali teksti = säädösteksti (MRL), kursivoitu teksti = Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015, lihavoitu teksti = FISE:n tarkennus</p> <p>MRL 122 b § Rakennustyön johtotehtävien vaativuusluokat</p> <p>Rakennustyön johtotehtävät jaetaan vaativuusluokkiin rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennussuojelun, rakennuksen koon, rakennusfysikaalisten ja terveydellisten ominaisuuksien, kuormitusten ja palokuormien, suunnittelumenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden, ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten sekä rakentamisolosuhteiden ja työnsuorituksessa käytettävien menetelmien perusteella.</p> <p>Vaativuusluokat ovat vaativa työnjohtotehtävä, tavanomainen työnjohtotehtävä sekä vähäinen työnjohtotehtävä.</p> <p>Sen lisäksi, mitä edellä 1 ja 2 momentissa säädetään, työnjohtotehtävän vaativuusluokka voi olla poikkeuksellisen vaativa, jos jokin 1 momentissa tarkoitetuista vaatimuksista tai ominaisuuksista on poikkeuksellinen.</p> <p>Samassa rakennushankkeessa voi olla eri vaativuusluokkiin kuuluvia työnjohtotehtäviä.</p>		
Tavanomainen	Vaativa	Poikkeuksellisen vaativa
<p>Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä tavanomainen, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan ja työ- ja suunnittelumenetelmiltään tavanomainen, eikä rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palokuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheudu erityisiä vaatimuksia erityisalan rakennustyölle.</p>	<p>Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä vaativa, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan tai työ- tai suunnittelumenetelmiltään tavanomaista vaativampi. Erityisalan työnjohtotehtävä on yleensä vaativa myös silloin, jos rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palokuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheutuu erityisalan rakennustyölle erityisiä vaatimuksia.</p> <p>Ks. myös ympäristöministeriön ohjeet koskien vastaavan työnjohtajan vaativia työnjohtotehtäviä.</p> <p>Suunnittelumenetelmiltään vaativa, ks. suunnittelijan pätevyyskriteerit.</p> <p>Esimerkkejä: Rakennuksessa on merkittävässä määrin maanalaista tiloja, jotka edellyttävät vesitiiviitä rakenteita</p> <p>Ympäristön ominaisuudet ovat vaativia, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> - tiivistä kaupunkirakenteesta aiheutuu erityisvaatimuksia - tärinärasitus on voimakas - rakennuksessa on pohjavedenpinnan tai naapurirakennusten perustusten alapuolelle ulottuvia tiloja <p>Rakennuspaikasta aiheutuu erityisiä vaatimuksia, kun maaperän rakennettavuus on huono, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennuspaikka sijaitsee hienorakkeisten maalien alueella tai täyte- maalla - rakennuspaikan maaperä on elope- räinen 	<p>Erityisalan työnjohtotehtävä voi olla poikkeuksellisen vaativa, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan tai työ- tai suunnittelumenetelmiltään poikkeuksellinen taikka jos rakennuksen koosta, käyttötarkoituksesta, rakennusfysikaalisista ja terveydellisistä ominaisuuksista, kuormituksista ja palo-kuormista tai kantavista rakenteista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta tai rakentamisolosuhteista aiheutuu erityisalan rakennustyölle poikkeuksellisia vaatimuksia.</p> <p>Ks. myös ympäristöministeriön ohjeet koskien vastaavan työnjohtajan poikkeuksellisen vaativia työnjohtotehtäviä.</p> <p>Suunnittelumenetelmiltään poikkeuksellinen, ks. suunnittelijan pätevyyskriteerit.</p> <p>Esimerkkejä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennuksessa on poikkeuksellisen paljon pohjavedenpinnan tai naapurirakennuksen perustusten alapuolelle ulottuvia tiloja - merkittävä osa suuresta rakennuksesta sijoittuu maan alle - pohja- ja kuormitusolosuhteet ovat erittäin epätavalliset - pohjarakentamisessa käytetään erityismenetelmiä <p>Suunniteltavan rakennuksen ympäristöstä aiheutuu poikkeuksellisia vaatimuksia, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> - pohjarakenteisiin kohdistuu erittäin voimakas tärinärasitus - rakennuspaikka erittäin tiiviissä kaupunkirakenteessa <p>Rakennuspaikan maaperän rakennettavuus on erityisen huono, esimerkiksi</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakentaminen edellyttää pöytä- tai liejumaalla - rakennuspaikalla on poikkeuksellista syistä aiheutuva sortumavaara

Taulukko B.

POHJARAKENTEIDEN TYÖNJOHTAJAN PÄTEVYYSVAATIMUKSET		
Normaali teksti = säädösteksti (MRL), kursivoitu teksti = Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015, lihavoitu teksti = FISE:n tarkennus		
Tavanomainen työnjohtotehtävä	Vaativa työnjohtotehtävä	Poikkeuksellisen vaativa työnjohtotehtävä
<p>MRL 122 c § Eritysalan työnjohtajan kelpoisuusvaatimuksena on tavanomaisessa työnjohtotehtävässä kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu ammattikorkeakoulututkinto tai aiempi ammatillisen korkeasteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi tekniikan tai sitä vastaava tutkinto taikka muuten osoitetut vastaavat tiedot; lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus rakennusalalla;</p> <p>Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, tai tekniikan (rakennusmestarin) tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällytynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 50 op ²⁾,</p> <p>Kyseistä työnjohtotehtävää käsitteleviä opintosuorituksia voivat olla esimerkiksi opinnot</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennustekniikassa, vähintään <ul style="list-style-type: none"> o maamekaniikka ja pohjarakenteet 4 op - rakentamisen työmaa- ja tuotantotekniikassa vähintään 8 op - projektinhallinnassa ja -johtamisessa, aikataulusuunnittelussa sekä hanketaloudessa vähintään 8 op <p>taikka on hankkinut muuten osoitetut vastaavat tiedot</p> <p>SEKÄ on hankkinut riittävän kokemuksen rakennusalalla rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen.</p> <p>Vähintään 1 vuoden kokemus pohjarakenteiden työnjohtotehtävistä sisältäen laajasti pohjarakentamista.</p> <p>Karjous- ja muutostyön tavanomaisessa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että kokemus rakennusalalla sisältää myös karjous- ja muutostöitä.</p>	<p>MRL 122 c § Eritysalan työnjohtajan kelpoisuusvaatimuksena vaativassa työnjohtotehtävässä kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkeasteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto taikka aiempi tekniikan tai sitä vastaava tutkinto; lisäksi hänellä tulee rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen olla riittävä kokemus ja perehtyneisyys kyseisen alan työnjohtotehtävissä;</p> <p>Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, tai tekniikan (rakennusmestarin) tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällytynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 60 op ²⁾,</p> <p>Kyseistä työnjohtotehtävää käsitteleviä opintosuorituksia voivat olla esimerkiksi opinnot</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennustekniikassa, vähintään <ul style="list-style-type: none"> o maamekaniikka ja pohjarakenteet 7 op - rakentamisen työmaa- ja tuotantotekniikassa vähintään 10 op - projektinhallinnassa ja -johtamisessa, aikataulusuunnittelussa sekä hanketaloudessa vähintään 10 op <p>SEKÄ on hankkinut riittävän kokemuksen ja perehtyneisyyden kyseisen alan työnjohtotehtävissä rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen.</p> <p>Vähintään 3 vuoden kokemus pohjarakenteiden työnjohtotehtävistä, josta 1 vuosi vaativassa luokassa.</p> <p>Karjous- ja muutostyön vaativassa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että on suorittanut opintoja myös karjousrakentamisesta ja että kokemus sisältää toimimista myös karjous- ja muutostöiden työnjohtajana.</p>	<p>MRL 122 c § Poikkeuksellisen vaativassa työnjohtotehtävässä työnjohtajan kelpoisuusvaatimuksena on kyseiseen tehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritettu korkeakoulututkinto tai aiempi sitä vastaava tutkinto sekä lisäksi riittävä kokemus ja hyvä perehtyneisyys kyseisen alan vaativista työnjohtotehtävistä.</p> <p>Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällytynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 70 op ²⁾,</p> <p>Kyseistä työnjohtotehtävää käsitteleviä opintosuorituksia voivat olla esimerkiksi opinnot</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennustekniikassa, vähintään <ul style="list-style-type: none"> o maamekaniikka ja pohjarakenteet 15 op o rakenteiden mekaniikka ja rakenteiden suunnittelu 15 op - rakentamisen työmaa- ja tuotantotekniikassa vähintään 12 op - projektinhallinnassa ja -johtamisessa, aikataulusuunnittelussa sekä hanketaloudessa vähintään 12 op. <p>SEKÄ on hankkinut riittävän kokemuksen ja hyvän perehtyneisyyden kyseisen alan vaativista työnjohtotehtävistä.</p> <p>Vähintään 5 vuoden kokemus vähintään vaativista pohjarakenteiden työnjohtotehtävistä, jotka ovat lähellä poikkeuksellisen vaativan luokan tasoa.</p> <p>Karjous- ja muutostyön poikkeuksellisen vaativassa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että on suorittanut opintoja myös karjousrakentamisesta ja että kokemus sisältää toimimista myös vaativien karjous- ja muutostöiden työnjohtajana.</p>

PIIRUSTUSMERKINNÄT

Tyyppi- ja kategoria-
piirustusnumerot

	Raitiotiealue, valubetoni	11813, 11814, 11817, 11818
	Raitiotiealue, asfaltti	11815, 11821, 11822
	Raitiotiealue, suljettu nurmi	11808, 11809, 11812
	Raitiotiealue, avoin nurmi	11805, 11806
	Raitiotiealue, nupukiveys musta	11820, 11824
	Raitiotiealue, nupukiveys harmaa	11820, 11824
	Raitiotiealue, sepeli	11801, 11802, 11803, 11804
	Raitiotien ylityspalkka	11817, 11818, 11819, 11820, 11822

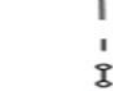
+ Sähköratapylväs

Raiteet ja radan keskiviiva

	49E1 kisko
	60R2 kisko



V1202



R=700.5
Kr=102.323
L_K=30

L=18.000
D=20

Muu kisko (Lk1 / 53R1)
Raide-elementin rajakohta

Vaihteet

Paalutus 100m

Paalutus 20m

Raide-elementin rajakohta

Kiskokaivo

Kaarresäde

Ympyräkaaren pituus

Siirtymäkaaren pituus

Suoran pituus
Raiteen kallistus

	Rakenteellinen katko
	Liikenteellinen katko
	Kiskon hitsaus

Kompensaattorirakenteet

ATU + 0,25 m

Ilmaisinkaivo

Liva-ilmaisin

Salaoja / salaojakaivo