

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Maa- ja kalliorakentaminen

Tuomo Tukiainen

TYÖSUUNNITELMA RATATYÖMAALLE

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Tuomo Tukiainen

Ratatyömaan työsuunnitelma, 31 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikan yksikkö, Rakennustekniikka

Maa- ja kalliorakentaminen

Ohjaajat: Yliopettaja Tuomo Tahvanainen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Projektipäällikkö Veera Koskela, Oy VR-Rata Ab

Opinnäytetyön aiheena on ratatyömaan työsuunnitelman teko Oy VR-Rata Ab:lle. Työn tavoitteena on laatia työvuorolista, suunnitelma tarvittavista resursseista ja niiden varaus sekä tarkka suunnitelma töiden toteutuksesta.

Työ tulee Lahti–Luumäki -tasonnostohankkeen geometriamuutosurakan käyttöön. Tasonnostohankkeen pääurakoitsija on Oy VR-Rata Ab. Geometriamuutosurakka alkoi jo vuonna 2009, mutta tämä työsuunnitelma tulee käyttöön vuodelle 2010.

Hankkeen tarkoituksena on nostaa matkustajajunien liikennöintiänopeuksia 160–200 km:iin/h junatyypistä riippuen, sekä tavarajunien akselipainoja 25 tonniin nopeudella 80–100 km/h. Geometriamuutoksessa radasta poistetaan geometriset virheet, jotka ohjaavat kuormituksen väärin ratapenkereeseen ja laskevat matkustusmukavuutta suurissa nopeuksissa.

Työsuunnitelmaa varten tein Microsoft Excel taulukkolaskenta ohjelmalla yksinkertaisen taulukon, joka on nopea ja helppo täyttää sekä päivittää työkauden aikana. Myös opinnäytetyön tilaajalla oli toiveena saada mahdollisimman selkeä suunnitelma.

Työsuunnitelman tehdessä käytin paljon apuna sähkö-, hitsaus- ja ratatöistä vastaavien työnjohtajien käytännön kokemuksia työsaavutuksista. Käytin hyväkseni myös suunnittelijoiden tietoja uudesta geometriasta selvittäessäni työaikoja eri ratatyökoneille.

Saimaan ammattikorkeakoululle luovutettavasta opinnäytetyöstä jätin pois kokonaan varsinaisen työsuunnitelman, koska se sisältää luottamuksellista tietoa.

Avainsanat: työsuunnitelma, työmaa, rata

ABSTRACT

Tuomo Tukiainen

Schedule of work for railway construction site, 31 pages, 2 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering and Production

Specialisation in Infrastructural Engineering and Production

Final Year Project 2010

Instructors: Senior lecturer Tuomo Tahvanainen, Saimaa University of Applied Sciences, Project manager Veera Koskela, Oy VR-Rata Ab

The topic of this final year project was to make a schedule of work for railway construction site for Oy VR-Rata Ab. The aim of this study was to create a rota planning and plans of the resource.

This plan comes to geometry change project for 2010 which will be included in Lahti – Luumäki railway renovation project. The Prime contractor in this project is Oy VR-Rata Ab.

The main reason for this project is to raise up the speed limit from 140 kilometres per hour to 160 - 200 kilometres per hour depending on the type of train. In this project they change the geometry that trains can travel smooth in high speed.

For that plan a simple table for shifts was made by using Microsoft Excel spreadsheet application program. Its updating is fast and easy during the season which was the customer's wish.

During the work the supervisors of work were interviewed about their practical experience of work times. The capacity of different types of machines was also studied.

In the published version the schedule of work has been hidden because of confidential information for Oy VR-Rata Ab.

Keywords: schedule, worksite, railway

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 YRITYS	6
3 KILPAILUTILANNE RADANRAKENTAMISESSA	6
4 LAHTI-LUUMÄKI -RATAOSAN TASONNOSTOHANKE	7
5 TYÖNSUUNNITTELUN PERIAATTEET	8
5.1 Aikataulutuksen merkitys	8
5.2 Aikataulutuksen eteneminen	9
5.2.1 Työtehtävien selvittäminen	9
5.2.2 Työtehtävien kestot	9
5.2.3 Suoritusjärjestys ja riippuvuudet	10
5.2.4 Resurssisuunnittelu	11
5.3 Aikataulutuksen riskit	12
5.4 Yleisimmät aikataulutekniikat	13
5.4.1 Jana-aikataulu	13
5.4.2 Paikka-aikakaavio	14
6 GEOMETRIAMUUTOSTYÖN VAIHEET	14
6.1 Mittatiedot geometriamuutokseen	15
6.2 Radan sepelöinti	15
6.3 Raiteen tuenta (geometrian muuttaminen)	17
6.4 Tukikerroksen muotoilu	19
6.5 Kiskojen neutralointi	20
6.6 Kiskojen hitsaukset ja hitsien tarkastus	21
6.6.1 Termiittihitsaus	21
6.6.2 Kaarihitsaus	21
6.6.3 VERSE-mittaus	22
6.6.4 Ultraäänimittaus	22
6.7 Ajojohtimen säätö	22
6.8 Tasoristeysten eristysjatkosten poistot	22
6.9 Radan penkereen leventäminen	23
7 RATATYÖMAIDEN ERITYISPIIRTEET	24
8 TYÖSUUNNITELMAN TOTEUTUS	26
8.1 Toteutustavan valinta	26
8.2 Resurssien ja työmäärien selvittäminen	27
8.3 Geometriamuutoksen työvaiheiden yhteensovitus	28
9 POHDINTA	29
KUVAT	31
LÄHTEET	31

LIITTEET

- Liite 1 Taulukko työsaavutusten selvittämiseen
- Liite 2 Esimerkki työsuunnitelmasta

1 JOHDANTO

Rautatieliikenne on kasvattanut suosiotaan henkilö- sekä tavaraliikenteen osalta jo useiden vuosien ajan. Varsinkin uusien kaivoshankkeiden sekä puuteollisuuden kasvaneiden raakapuukuljetuksien myötä koko Suomen tavaraliikenteestä jopa 25 % kulkee rautateillä. Henkilöliikenteen suosiota ovat vastaavasti kasvattaneet lisääntyneet junavuorot sekä aikatauluissaan kulkevat junat. Lisäksi kuluttajien ympäristötietoisuus on lisääntynyt ja sitä myötä myös joukkoliikennettä suositaan aiempaa enemmän. Liikenteen kasvaessa monen rataosuuden koko kapasiteetti on jo nyt käytössä, eikä näin ollen kasvumahdollisuuksia enää ole.

Lahden ja Luumäen välisellä rataosuudella kulkee merkittävä määrä Suomen ja Venäjän välisestä tavara- ja henkilöliikenteestä, mikä on aiheuttanut tarpeen parantaa palvelutasoa. Vuonna 2007 aloitettiin Lahti–Luumäki tasonnostohanke yleissuunnittelulla. Tasonnostoon kuuluu henkilöliikenteen nopeuden nosto 160-200km:iin/h junatyypistä riippuen ja tavaraliikenteen akselipainojen korotus 25 tonniin nopeudelle 80–100 km/h. Tasonnoston myötä rataosuuden välityskyky paranee huomattavasti ja täydentää osaltaan Helsinki–Pietari välille suunniteltua nopeaa ratayhteyttä, jonka tulisi olla valmis Suomen osalta vuoden 2010 lopulla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä työnsuunnittelu VR-Radalle Geometriamuutos urakkaan vuodelle 2010. Geometriamuutos on yksi Lahti–Luumäki tasonnostohankkeen merkittävimmistä projekteista, joka pitää sisällään monta eri työvaihetta. Suurimpana haasteena on yhteen sovittaa nämä eri työvaiheet unohtamatta muita samalla rataosuudella olevia projekteja, jotka kaikki liittyvät palvelutason parantamiseen. Lisäksi koko tasonnosto hankkeen tiukka aikataulu ja rataosuuden vilkas liikenne asettavat omat haasteensa tälle työnsuunnittelulle. Hyvä ja onnistunut työnsuunnittelu säästää aikaa ja rahaa, mikä on tärkeää yrityksen kannalta, kun radanrakentaminen avataan kilpailulle. Tällä hetkellä VR-Radalla on valtaosa radanrakentamiseen

liittyvistä urakoista, mutta tulevaisuudessa urakoita tavoittelee varmasti useampi yritys.

2 YRITYS

VR-Rata Oy kuuluu valtion omistamaan VR-konserniin ja on yksi Suomen suurimpia rakennusyhtiöitä noin 2300 työntekijän voimin. VR-Rata urakoi pääasiassa rautateillä, mutta nykyään kasvavassa määrin myös rautateiden ulkopuolella tytäryhtiöidensä voimin, joihin kuuluu muun muassa Megasiirto Oy ja Insinööritoimisto Arcus Oy. VR-Rata on tällä hetkellä ylivoimaisesti suurin radanrakentaja suuren kokemuksen ja rakentamisessa vaadittavan erikoiskaluston ansiosta. Lisäksi VR-Rata kykenee toteuttamaan asiakkaan tilaamaan urakan suunnittelusta toteutukseen saakka. VR-Radan suurimmat asiakkaat ovat Ratahallintokeskus sekä kunnat ja teollisuus (Oy VR-Rata Ab).

3 KILPAILUTILANNE RADANRAKENTAMISESSA

Liikenne- ja viestintäministeriö on julkaissut 18.6.2008 radanpidon töiden toimintamallin kehittämistä koskevan työryhmän raportin. Tässä raportissa otetaan kantaa muun muassa valtion yhtiöiden VR-Radan ja Destian ylivoimaan radanpidon töiden urakkakilpailuissa. Varsinkin VR-Rata pitää hallussaan useita Suomen rataverkon kunnossapitoalueita ja rakennusurakoita, vaikka Destian tytäryhtiö MVH Oy on voittanut kilpailutuksen kautta joitakin pienempiä rakennusurakoita ja kunnossapitoalueita viime aikoina. Työryhmän tarkoituksena oli arvioida radanpidon töiden teettämistä nykyisellä toimintamallilla, jossa käytännössä vain VR-Rata ja Destia ovat voineet tehdä suurempia päällysrakennurakoita. Muita yrityksiä Ratahallintokeskuksen urakkakilpailuihin ei ole tullut mukaan, koska radanrakentamisen päällysrakennetyöt vaativat kallista erikoiskalustoa, jolle on käyttöä vain osan vuotta. Lisäksi kaluston käyttö vaatii ammattihenkilöstön käyttämään koneita, ja työt vaativat myös turvalaite- ja sähköratatekniikan ammattilaisia.

Työryhmän yhtenä ratkaisuna saada mukaan uusia toimijoita on perustaa erikoiskalustosta työkonepooli, johon ainakin valtionyhtiöt VR-Rata ja Destia luovuttaisivat kalustonsa. Työkonepoolista urakkakilpailun voittanut yritys voisi vuokrata koneiden lisäksi niiden käyttöön tarvittavan ammattihenkilöstön. Työkonepooliin kalustonsa luovuttaneet yhtiöt huolehtisivat kaluston kunnosta, mutta voisivat myös itse osallistua urakkakilpailuihin. Kalustopooli mahdollistaisi radanpidon kilpailurakenteen kehittymisen sekä tehostaisi kaluston käyttöastetta. Tutkimuksen mukaan Suomen radanpidon markkinat ovat niin pienet, ettei sinne mahdu useaa erikoiskalustoa niiden kalliin hinnan takia. Tällä hetkellä radanpidon markkinan suuruus vuosittain on 400 miljoonaa euroa, josta rakentamisen osuus on noin 180 miljoonaa euroa (Liikenne- ja viestintäministeriö).

4 LAHTI-LUUMÄKI -RATAOSAN TASONNOSTOHANKE

Itäisen Suomen ratayhteyden palvelutason parantaminen on osa Suomen ja Venäjän välistä nopeaa ratayhteyttä, johon kuuluvat Lahti–Luumäki välisen rataosuuden tasonnostohanke sekä sitä edeltänyt Keravan ja Lahden välisen oikoradan rakentaminen. Suomen ja Venäjän välisen nopea ratayhteyden täydentää vielä myöhemmin tehtävä Luumäen ja Vainikkalan välinen lisäraide, joka tulee ajankohtaiseksi, kun rataosuuden liikennemäärät kasvavat. Lahti–Luumäki tasonnoston yhteydessä Luumäeltä Vainikkalaan kulkeva yksiraiteinen osuus parannetaan niin, että akselipainot nostetaan 22,5 tonnista 25 tonniin ja henkilöliikenteen nopeus 120 km:stä 140 km:iin tunnissa. Lahden ja Luumäen välisen rataosuuden parantamisessa nopeus nostetaan junatyypistä riippuen 160–200 km:iin/h ja tavaraliikenteen akselipainot 22,5 tonnista 25 tonniin liikenteen välityskyvyn parantamiseksi. Nopeuden ja akselipainojen nosto aiheuttaa uusia vaatimuksia radalle, jotta liikennöinti on turvallista ja mukavaa. Hanke on käynnistetty suunnittelulla vuonna 2007. Rakentaminen aloitettiin vuonna 2008 ja valmiin radan tulisi olla valmis vuoden 2010 loppupuolella.

Rataosuudelta on jo vuosien saatossa poistettu kaikki tasoristeykset ja tilalle ovat tulleet yli- tai alikulkusillat paikasta riippuen. Tasoristeyksien poiston myötä

myös radan turvallisuudesta ja liikenteen sujuvuudesta vastaavat liikenteenohjaus- ja turvalaitejärjestelmät uusitaan. Liikenteen kapasiteetin noston takia tehdään myös uusia liikennepaikkoja ja ohitusraiteita, joiden uudet vaihteet lisäävät liikenteen välityskykyä ja radan turvallisuutta. Rataosuudella sijaitsevien Kouvolan ja Korian asemien laiturit uusitaan nykyaikaisiksi ja ohjeiden mukaisiksi. Lahti–Luumäen välisellä rataosuudella kiskot ja pölkyt ovat jo pääsääntöisesti vaatimuksien mukaiset, mutta Taavetin seudulla joudutaan vielä vaihtamaan puiset pölkyt ja kevyet kiskot uusiin. Samalla tukikerros seulotaan ja vaihdetaan osittain uuteen sekä asennetaan routalevyt vaadittuihin paikkoihin. Radan vakavuutta lisätään myös paikoitellen tehtävillä pengerlevytyksillä sekä vastapenkereillä alueilla, joilla on heikosti kantava maaperä. Junien matkustusmukavuutta lisätään pienillä geometriamuutoksilla, joilla rataosuudesta saadaan nopean junaliikenteen vaatimuksien mukainen. Pienet virheet radan geometriassa aiheuttavat 160–200 km/h kulkevan junan heilahteluita, jotka laskevat matkustusmukavuutta, ja lisäksi junien aiheuttamat voimat ohjautuvat ratapenkereeseen väärin ja rasittavat radan päällys- ja alusrakennetta. Geometriamuutokset koskevat koko Lahti–Luumäki -välistä osuutta (Itärata–esite).

5 TYÖNSUUNNITTELUN PERIAATTEET

5.1 Aikataulutuksen merkitys

Rakennusurakoiden kiristyvässä kilpailutilanteessa on yhä tärkeämpää, että yritykset pystyvät laatimaan huolella tehtyjä ja paikkaansa pitäviä aikatauluja. Tällä on merkitystä varsinkin urakan tilaajalle, joka on tehnyt omat suunnitelmansa hankkeen yleisaikataulun mukaan. Myöhästynyt urakka maksaa sekä urakoitsijalle että tilaajalle, mutta varsinkin urakoitsija voi menettää maineensa huonosti suunnitellun aikataulun takia. Hyvän aikataulun pohjalta on myös helppoa lähteä suunnittelemaan tarvittavia resursseja ja organisaation koko urakalle sekä laskea kustannuksia. Hyvällä aikataulutuksella voidaan myös säästää rahaa, kun työt voidaan ajoittaa mahdollisimman tehokkaasti, ja aikataulusta nähdään myös töiden suoritusjärjestys sekä niiden

riippuvuudet. Aikataulu on aina vain sen hetken paras tieto asioista. Tämän takia aikataulu on muistettava tarkistaa säännöllisesti ja korjata virheet, koska varsinkin suurissa urakoissa virhe saattaa kostautua lopuksi aikataulun venymisellä. Aikataulun merkitys on kuitenkin ennen kaikkea urakan oikeanaikainen valmistuminen.

5.2 Aikataulutuksen eteneminen

5.2.1 Työtehtävien selvittäminen

Aikataulun laadinnassa on hyvä lähteä liikkeelle selvittämällä ja listaamalla urakan eri tehtävät, jossa on hyvä edetä hierarkkisesti. Tehtävät koostuvat aina eri työvaiheista, jotka ovat aina kohdekohtaisia. Työvaihe taas on toiminto, jonka suorittaminen vaatii aikaa ja resursseja. (Toikkanen & Kiiras 1993, 28.)

Radanrakennustyömaalla, jossa uusitaan päällysrakennetta, kiskonvaihto voi olla yksi urakan tehtävä. Kiskonvaihto on taas jaettu eri työvaiheisiin, kuten kiskojen jako radan varteen, vanhan kiskon poisto ja uuden asennus, kiskojen liittäminen toisiinsa sidekiskoilla, raiteen sepelöinti ja tuenta sekä viimeistely. Lopuksi tulee vielä kiskojen hitsaus kiinni toisiinsa. Muita päällysrakennetyömaan tehtäviä voivat olla ratapölkkyjen vaihto uusiin, seulonta ja routalevyjen asennus. Näitä kaikkia tehtäviä ei kuitenkaan suoriteta aina jokaisella työmaalla, vaan niiden tarve selvitetään aina tilanteen mukaan. Jossain voi olla esimerkiksi raiteen sepeli niin hyvässä kunnossa, ettei se vaadi seulontaa. Riittää, että raiteelle ajetaan vain lisää uutta sepeliä, jotta sen tukeminen onnistuu.

5.2.2 Työtehtävien kestot

Aikataulun suunnittelua varten on tiedettävä jokaisen eri työtehtävän kestot, jotka on saatava selville mahdollisimman tarkasti. Kestojen arviointiin on eri menetelmiä, jotka riippuvat työnluonteesta. Paras arvio saadaan, jos työstä on aiempaa kokemusta, jonka pohjalta arvio tehdään. Toinen tapa saada luotettava arvio työnkestosta on, jos työvaiheista on jo olemassa taulukko, josta esimerkiksi piirustusten tiedoilla tai materiaalmäärien avulla saadaan tietää

kestot eri työvaiheille. Tällaisia taulukoita ovat esimerkiksi rakennusalan työmenekkitiedostot eli RT-kortit.

Työnkestoarvioinneissa on helppo tehdä virheitä. Tällaisia virheitä tapahtuu, jos arvioihin sisällytetään pelivarjoja. Tällöin pelivaratkin oletetaan suoraan käytettävissä oleviksi, eikätkä työtehtävien kestot ole enää paikkaansa pitäviä. Sen sijaan pelivarat voidaan sisällyttää aikatauluun esimerkiksi erillisiksi viikoiksi. Virheitä syntyy myös, jos kestoarvioija on ollut kokematon tai arviot on suoritettu liian suurina kokonaisuuksina. Jos työnkestoista ei ole aiempaa kokemusperäistä tietoa, on hyvä tapa kerätä toteutuneet työnkestit, joita voi myöhemmin käyttää apuna työn kestoarvioinnissa. (Pelin 2008, 116 - 122 .)

5.2.3 Suoritusjärjestys ja riippuvuudet

Aikataulun laadinnassa on tärkeää tietää eri työtehtävien riippuvuudet toisiinsa, jotta työjärjestyksestä saadaan toimiva. Tällä voi olla suurikin merkitys koko urakan onnistumiselle ja oikeanaikaiselle valmistumiselle. Riippuvuuksia on useita eri tyyppisiä. Loogisella riippuvuudella tarkoitetaan sitä, että työtehtävät voidaan suorittaa vain jossain tietyssä järjestyksessä. Limitsriippuvuuksissa jonkun tehtävän aloittaminen on sidottu toisen tehtävän tietystä vaiheesta. Yksi merkittävimmistä riippuvuustyypeistä varsinkin maanrakennusalalla on kalenteririippuvuus. Monet työt ovat riippuvaisia tietystä lämpötila-alueesta, jotta ne voidaan suorittaa tai lopputuloksen laatu on mahdollisimman hyvä. Joillain työtehtävillä ei välttämättä ole mitään tiettyä riippuvuutta. Tällaisten töiden ajoittaminen on usein helppoa ja yksinkertaista, koska niiden suoritusajankohta voidaan päättää muiden tehtävien kannalta sopivaan hetkeen. (Pelin 2008, 123.)

Esimerkkinä loogisesta riippuvuudesta voidaan käyttää uuden rataosuuden rakentamista. Ensin suunnitellulta linjalta on kaadettava puut ja poistettava pintamaat. Vasta tämän jälkeen päästään rakentamaan mahdollista pengertä ja radan alusrakennetta. Samalla työmaalla työtehtävät voivat olla myös limitetty niin, että uuden ratalinjan toisessa päässä on jo aloitettu alusrakenteen rakentamista, kun toisessa päässä vasta poistetaan pintamaita. Näitä töitä voi

koskea myös kalenteririippuvuus. Pintamaiden poisto ja ratapenkereen teko voidaan aloittaa jo talvellakin, kunhan muistetaan talvirakentamisen säännöt. Kuitenkin työn parhaan laadun ja kustannusten takia maanrakennustyöt kannattaa ajoittaa kesäaikaan. Merkittävän riippuvuuden aiheuttavat myös erikoiset ja harvinaiset rakennuskoneet, kuten raskaat ratatyökoneet tai kallioporausjumbot. Useat urakat käyttävät samoja koneita vuoden aikana, joten tätä kautta urakat ovat sidottu toisiinsa.

5.2.4 Resurssisuunnittelu

Työtehtävien työmäärän ja keston sekä riippuvuuksien selvittämisen jälkeen on aika suunnitella tarvittavia resursseja. Pääasiassa resursseista puhuttaessa tarkoitetaan työvoimaa, kalustoa, materiaaleja ja rahaa. Hyvän resurssisuunnittelun tarkoituksena on hallita kustannuksia, saada avainresurssit mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön ja ennen kaikkea varmistaa riittävät resurssit, jotta työ valmistuu ajoissa. Huono resurssien suunnittelu johtaa aikataulujen pettämiseen, kun tarvittavaa määrää työvoimaa ja kalustoa ei ole saatavissa. Tämä aiheuttaa jatkuvaa kiirettä ja ylitöitä sekä kustannusten kasvua. Joskus voi olla myös syytä tasata resursseja. Usein avainresursseja saatetaan kuormittaa liikaa, joka aiheuttaa myös muilla resursseille paineita. Tämä näkyy helposti työkauden aikana esimerkiksi jonkun tietyn työkoneen kuormituspiikkiä. Kun yhtäkin tällaista avainresurssin käyttöä tasataan, saadaan kuormitusta vähennettyä myös muilta resursseilta. Voidaan myös harkita työtehtävien aloitusajankohdan siirtämistä tai kestojen muuttamista. Tällöin voidaan saada eri resursseille mahdollisimman tasainen ja jatkuva kuormitus. Yhtenä vaihtoehtona on myös lisäresurssien sijoittaminen pahimpaan kuormituspiikkiin. (Pelin 2008, 145 – 149, 152.)

Ratatyömailla suurin resurssi tarve ajoittuu aina kesäaikaan, jolloin ympäri Suomea voi olla useita projekteja käynnissä samanaikaisesti. Tällöin työmaille on palkattu paljon ulkopuolista työvoimaa tasaamaan pahimmat kuormituspiikit. Suuret ratatyökoneet taas ohjataan työmaille keskitetysti esimerkiksi työkonepoolin kautta. Tällöin niiden kuormitus saadaan tasaisemmaksi koko työkauden läpi, kun koneita voidaan käyttää useassa eri urakassa. Tällainen

keskitetty ohjaus on tärkeää isoissa rakennusyhtiöissä, joissa suuria ja kalliita koneita ei ole montaa kappaletta ja niiden käyttöasteet on saatava tarpeeksi suuriksi. Työkauden aikana tulevat yllättävät tilanteet voivat tosin aiheuttaa suuria ongelmia eri urakoiden aikatauluihin. Kun kaluston käyttö on optimoitu tehokkaasti työkonepoolin kautta, urakoiden aikataulut vaikuttavat toisiinsa resurssien kautta. Tällainen moniprojektitilanne vaatii projektipäälliköiltä paljon, koska tarvitaan kokonaisvaltaista projektienhallintaa, jotta kokonaisuudesta saadaan mahdollisimman hyvin toimiva (Pelin 2008, 158).

5.3 Aikataulutuksen riskit

Töiden aikataulutuksen prosessiin kuuluu myös mahdollisten riskien miettiminen jotka voivat vaarantaa urakan tai aiheuttaa merkittäviä myöhästymisiä aikataulussa. Hyvä tapa lähteä liikkeelle riskien arvioinnissa on miettiä edellisiä vastaavia projekteja jos niitä on ollut. Hyvin todennäköisesti aiemmin ilmenneet riskit voivat ilmetä nytkin, esimerkiksi jos aikataulusta on tehty liian epätarkka ja työtehtävien suoritus aikojen arviointeja ei ole tehty huolellisesti. Aikataulujen teko on saatettu myös aloittaa liian myöhään ja aikatavoitteet ovat epärealistisia. Pahimmassa tapauksessa laadittuja aikatauluja ei arvosteta, jolloin ne tehdään epämääräisesti, eivätkä ne ohjaa urakan toimintaa millään tavalla. Yritysten onkin hyvä kehittää jonkinlainen riskienarviointi menettely. Kun mahdolliset riskit eri yövaiheille on listattu, niille voidaan alkaa miettimään myös toimenpiteitä, joilla riskejä voidaan torjua. Jos ilmenee, ettei jotain riskiä voida poistaa, on mietittävä myös suunnitelma kuinka toimitaan riskin uhkien toteutuessa. (Pelin 2008, 221 – 224, 406).

Varsinkin rakennusurakoiden aikatauluihin vaikuttavia riskejä ovat luonnonolosuhteet, tekniset riskit ja alihankkijoihin liittyvät riskit. Luonnonolosuhteisiin kukaan ei voi vaikuttaa, mutta eri yövaiheet on hyvä pyrkiä ajoittamaan niin, ettei sään vaikutus työnsuoritukseen ole liian suuri. Esimerkiksi maanrakennustyöt kannattaa suurelta osin jättää suosiolla kesäaikaan, jolloin maa on sula. Ratatyömailta esimerkkinä voidaan käyttää hitsauksia, joiden tekeminen vaatii tietyn lämpötila-alueen johtuen kiskojen

lämpölaajenemisesta. Hitsauksille paras aika karkeasti on keväällä päivällä ja kesällä yöllä. Talvella hitsauksia ei voida suorittaa, ellei ole todella leutoa. Tarkkoja sääennusteita on vaikea saada kovin pitkille ajanjaksoille, mutta riittää, että aikatauluun on laskettu hieman pelivaraa, jos töitä ei päästä tekemään sääolosuhteiden takia. Teknisiä riskejä voidaan vähentää hyväkuntoisella ja uudella kalustolla. Kannattaa myös pitäytyä tutuissa työmenetelmissä, jotka eivät vaadi uudenlaista kalustoa, jonka käyttöä ei kunnolla hallita. Uudenlaisten työmenetelmien ja kaluston kehittäminen on hyvä asia, mutta niiden testaus ja kehittäminen on tehtävä rauhassa, jotta ne eivät vaaranna mitään urakkaa. Alihankkijoihin liittyvät riskit voivat olla esimerkiksi sopimukseen tai ammattitaitoon liittyviä. Alihankkijoita valittaessa on hyvä käyttää sellaisia yrityksiä, jotka ovat luotettaviksi ja ammattitaitoisiksi todettuja.

Muita huomioitavia riskejä voivat olla myös urakan toteutusorganisaatioon liittyvät riskit, kuten kokemattomuus projektityöskentelyssä, sitoutumattomuus projektiin ja huono tiedon kulku organisaation sisällä. Pitkissä urakoissa näiden vaikutukset vain korostuvat ja mahdollisten ongelmien ratkaisut voivat olla hankalia. Suuri riski on myös organisaation muuttuminen kesken urakan, koska uuden organisaation voi olla todella hankala päästä perille projektin sen hetkisestä tilanteesta ja eri ratkaisuksista, joita on tehty esimerkiksi aikatauluihin.

5.4 Yleisimmät aikataulutekniikat

5.4.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulu on selkeä ja yksinkertainen, jossa tehtävät kuvataan pystyakselilla ja niiden kestot vaakakselilla taulukon yläosassa ja tehtävien ajoittuminen janojen avulla. Eri tehtävien riippuvuuksia voidaan kuvata nuolilla.

Jana-aikataulu on hyvä, jos tehtäviä on vähän, koska muuten aikataulusta tulee helposti vaikealukuinen. Jana-aikataulu soveltuu hyvin esimerkiksi rakennusurakan yleisaikatauluksi, jonka ei tarvitse olla yksityiskohtainen.

poistot ovat geometriamuutoksesta erillisiä työvaiheita, mutta käyn ne läpi tässä, koska ne piti ottaa huomioon työnsuunnittelua tehdessä.

6.1 Mittatiedot geometriamuutokseen

Geometriamuutostyön suunnittelun apuna tarvittavat mittatiedot ovat pari vuotta sitten takymetreillä mitattuja pisteitä. Edellisen vuoden kokemusten perusteella ne pitänevät riittävän hyvin paikkaansa, jotta suunnitelma voidaan tehdä luotettavasti. Mittapisteitä on noin 20 metrin välein.

Vanhoja mittatietoja käytetään apuna vain työnsuunnittelussa ja uudet tiedot mitataan takymetreillä juuri ennen työmaalle menoa. Uusista mittatiedoista tehdään suunnitelmien avulla tukemiskoneelle niin sanotut nuotit, joiden perusteella radan geometriaa muutetaan.

6.2 Radan sepelöinti

Sepelöinnillä tarkoitetaan sepelin lisäämistä radan tukikerrokseen. Tukikerroksen tehtävänä on pitää raide oikeassa asemassa ja ohjata kuormitus alemmille rakennekerroksille. Sepelin on täytettävä tarvittavat laatuvaatimukset, joilla varmistetaan, että raekoko on oikea ja ettei kiviaines murennu tukikerroksessa. Tällöin tukikerros toimii oikein eikä se pääse talvella routimaan. Tukikerroksen paksuus on betonipölkkyradalla 550mm.

Geometriamuutoksessa tukemiskone painaa sepeliä ratapölkkyjen alle, minkä takia on tärkeää, että sepeliä on riittävästi. Joskus on tarpeen suorittaa sepelöintiä etukäteen, jos tukikerroksessa on vähän sepeliä tai geometriaa muutetaan paljon. Yleensä riittää, että sepelöinti suoritetaan vasta ennen tukikerroksen muotoilua sepeliauralla.

Raitteen sepelöinti suoritetaan ratakuorma-autoilla ja Bmo- tai UAD-vaunuilla. Työsaavutukset näillä vaunuilla on suunnilleen samat, mutta kuvassa 2 näkyvillä UAD-vaunuilla sepeli voidaan laskea tarkemmin oikeaan kohtaan,

minkä takia ne ovat suosituimpia sepelöinnissä. Kuvassa 3 sepelöintiä tehdään kahdeksalla Bmo-vaunulla ja kahdella ratakuorma-autolla.



Kuva 2. UAD-vaunu lastauksessa



Kuva 3. Sepelijuna

6.3 Raiteen tuenta (geometrian muuttaminen)

Raiteen tuennassa on kyse raiteen sivusiirrosta ja nostosta. Samalla tuentakoneet tiivistävät tukikerrosta ja voivat muuttaa raiteen kallistusta kaarteissa tai korjata kieroutta.

Raiteen tuenta suoritetaan joko linjatukemiskoneella (kuva 4) tai vaihdetukemiskoneella. Nimensä mukaisesti linjatukemiskoneella raidetta tuetaan ja siirretään suoralla radalla ja se kykenee huomattavasti suurempiin työsaavutuksiin kuin vaihdetukemiskone. Vaihdetukemiskoneella raidetta siirretään ja tuetaan vaihdealueilla, mutta sitä voidaan käyttää myös linjalla, jolloin sen työsaavutus jää jälkeen verrattuna linjatukemiskoneeseen. Vaihdetukemiskoneella suoritetaan tuennat myös erikoiskohteissa kuten silloilla. Koneiden suurin ero se, että vaihdetukemiskoneen tuenta-aggregaatti voidaan halkaista, jolloin sen tuentahakut ulottuvat työskentelemään leveämmillä vaihdealueilla.



Kuva 4. Linjatukemiskone

Linja- ja vaihdetuentakoneiden aggregaatissa on samanlaiset perusosat. Molemmissa on tuenta- sekä rekkausagregaatti. Koneen kulkusuuntaan nähden ensin tulee rekkausagregaatti, joka siirtää raiteen sivusuunnassa ja nostaa nuottien mukaiseen kohtaan. Tämän jälkeen tulee tuenta-aggregaatti, joka tukee raiteen sepelin avulla paikoilleen. Kuvassa 4 olevassa linjatukemiskoneessa näkyy vihreä aggregaatti, jossa on kiinni raiteen sivusiirtoihin tarkoitettut niin sanotut lautaset sekä tuentahakut.

Tuentakoneet pystyvät kerrallaan siirtämään raidetta sivusuunnassa noin 70–80 mm ja nostamaan noin 70 mm, mutta laatuvaatimusten mukaisesti yli 40mm siirrot tulisi tehdä useammalla tuentakerralla. Yhdellä ajokerralla saavutettava siirto riippuu myös raiteessa olevista jännityksistä, jotka voivat pienentää työsaavutusta. Joskus siirtojen tekeminen voidaan aloittaa esimerkiksi kaivinkoneella, jos siirrot alkavat olla lähellä 100 cm:ä. Tällöin kaivinkoneella voidaan raidetta vetää noin 10–15 cm päähän suunnitellusta geometriasta ja siirtää loppu tuentakoneen avulla. Raiteen geometriaa voidaan muuttaa myös kiskojenvaihtokoneella, mutta myös tämän jälkeen on tuentakoneen tehtävä viimeiset siirrot.

Tukemisen ja geometrianmuutoksen jälkeen tukikerros käytännössä löystyy ja raide voidaan ajaa läpi stabilisaattorilla (kuva 5), jolloin tukikerros tiivistyy ja raide asettuu nopeammin. Yleensä tukemisen jälkeen riittää, että junille asetetaan nopeusrajoitus kyseiselle rataosuudelle. Tällöin junaliikenne hoitaa stabilisaattorin työn. Radan asettumisen jälkeen raiteen on oltava tietyissä toleransseissa verrattuna suunniteltuun geometriaan. Yleensä suurimmat muutokset tulevat seuraavan talven aikana. Tämän takia tuettu rataosuus mitataan seuraavana vuonna ja geometriassa olevat virheet korjataan.



Kuva 5. Stabilisaattori

6.4 Tukikerroksen muotoilu

Raiteen tuennan ja sepelöinnin jälkeen on tarpeellista muotoilla sepelitukikerroksen pinta, jotta se täyttää asetetut vaatimukset. Tukikerroksen muoto on riippuvainen radan suunnittelusta suurimmasta nopeudesta ja siitä, onko rataosuus kaksi- vai yksiraiteinen. Tukikerroksen muotoilu tehdään, jotta nähdään, että sepeliä on riittävästi ja oikean muotoisesta tukikerroksesta kivet eivät lähde liikkeelle junien aiheuttaman ilmavirran mukana. Lisäksi ei ole vaarana, että tukikerroksen palteet olisivat niin korkeat, että sepeli osuisi junan pohjaan tai esimerkiksi akkuihin.

Tukikerroksen muotoilu tehdään kuvan 6 mukaisella sepeliauralla, josta löytyy tukikerroksen muotoiluun tarvittava harja sekä aura, jolla tukikerroksen palteet saadaan muotoiltua ja tarvittaessa aurattua sepeliä raiteen reunoilta kiskojen väliin. Joskus radan tukikerros voidaan käydä auraamassa ja harjaamassa ennen raiteen geometrian muuttamista ja tuentaa, jos raiteen sivuilla on tarpeeksi sepeliä, mutta keskellä ei. Näin voidaan mahdollisesti välttyä sepelöinniltä etukäteen.



Kuva 6. Sepeliaura

6.5 Kiskojen neutralointi

Suurissa siirroissa kiskot joudutaan katkaisemaan siirtojen yhteydessä, jotta raide saadaan siirrettyä suunniteltuun geometriaan. Kiskoihin syntyy siirtojen yhteydessä jännityksiä, jotka voivat aiheuttaa talvella kiskojen katkeamisia ja kesällä pahimmassa tapauksessa niin sanotun hellekäyrän, jossa raide ”pullahtaa” kaarteiden kohdalla ulospäin. Nämä jännitykset vapautetaan kiskojen neutraloinnilla.

Kiskojen neutraloinnissa kiskot katkaistaan suurien siirtojen alueella kaarteissa 150 metrin välein ja suoralla radalla 300 metrin välein. Samalla kiskojen kiinnikkeet irrotetaan katkaisukohtasta molempiin suuntiin ja kiskoja nostellaan hieman ylös, jotta kiinni juuttuneet välilevyt eivät estä jännityksien vapautumista. Kiskojen neutraloinnin yhteydessä kiskot hitsataan välittömästi uudelleen yhteen. Lämpölaajenemisen takia neutralointi on suoritettava kiskon neutraalilämpötilassa, joka on +12...+22 astetta. Neutraloinnin tavoitteena on

siis saattaa kiskot sen hetkistä neutraalilämpötilaa vastaavaan pituuteensa. (Ratahallintokeskus. Ratatekniset ohjeet)

6.6 Kiskojen hitsaukset ja hitsien tarkastus

Raiteen geometriamuutoksen ja tukikerroksen muotoilun jälkeen suoritetaan kiskojen jatkohitsaukset, jos kiskot on jouduttu katkaisemaan siirtojen takia tai jos kiskojen jännitysmittauksissa on ilmennyt liian suuria jännityksiä, minkä takia kiskot on jouduttu neutraloimaan.

Kiskojen jatkohitsaukset suoritetaan joko termiitti- tai kaarihitsauksella. Hitsaus töiden suunnittelun suurimpina haasteina on saada sopiva työrajo liikenteen seassa sekä suorittaa hitsaukset kiskon neutraalilämpötila-alueella. Kesällä työt tehdään yöllä ja syksyllä ja kevättalvella päiväaikaan. Talvella tehdään ainoastaan kunnossapitohitsauksia, jos kiskot ovat murtuneet poikki.

6.6.1 Termiittihitsaus

Termiittihitsauksessa kiskon katkaisukohtaan tehdään 24–26mm hitsirako, minkä jälkeen asennetaan hitsausmuotti kiskon ympärille. Hitsauskohdan esilämmityksen jälkeen käännetään sivuun siirretty hitsausupokas raon päälle ja sytytetään upokkaassa oleva hitsausannos palamaan. Hitsausannos palaa noin 3000 asteen lämpötilassa, mikä sulattaa upokkaan pohjassa olevan tulpan. Tämän jälkeen sula hitsausannos pääsee valumaan muottiin. Hitsauskohta viimeistellään jäähtymisen jälkeen.

6.6.2 Kaarihitsaus

Kaari- eli leimuhitsaus suoritetaan ratatyömailla siihen tarkoitettulla työkoneella. Hitsaus on lisääaineeton toisin kuin termiittihitsaus. Leimuhitsauskone johtaa sähköä hitsiraon läpi, mikä sulattaa liitettävien kiskojen päät. Tämän jälkeen kone vetää kiskot yhteen, jolloin muodostuu hitsi. Leimuhitsaus on noin 10 kertaa nopeamaa kuin termiittihitsaus. Leimuhitsauskonetta käytetään pääsääntöisesti kiskonvaihtotyömailla, koska hitsejä joudutaan tekemään huomattavasti suurempia määriä kuin geometriamuutostyömailla.

6.6.3 VERSE–mittaus

VERSE–mittauksella tarkoitetaan kiskojen jännitystilojen mittausta. Tämä tehdään sellaisilla alueilla, joissa raidetta on siirretty enemmän kuin 30 mm, mutta kiskoja ei ole katkaistu. Mittauksella varmistetaan, ettei kiskoissa ole jännityksiä, jotka aiheuttaisivat kesällä hellekäyrän syntymisen tai talvella kiskojen murtumisen lämpölaajenemisen takia. Jos mittauksissa ilmenee liian suuria jännityksiä, joudutaan kyseinen alue neutraloimaan.

6.6.4 Ultraäänimittaus

Ultraäänimittauksella varmistetaan, että tehdyt hitsit täyttävät vaaditut laatuvaatimukset.

6.7 Ajojohtimen säätö

Kun raiteen geometriaa muutetaan, on huolehdittava myös siitä, että ajojohdinta säädetään samaan suuntaan raiteen kanssa. Kaarteissa on lisäksi huomioitava raiteen kallistus, koska kallistuksen muutos vaikuttaa myös ajojohtimen asemaan.

Ajojohdin säädetään sähköratojen huolto- ja asennusvaunun avulla, joka mittaa ajojohtimen korkeuden ja siksakin, eli johtimen sijainnen sivusuunnassa.

6.8 Tasoristeysten eristysjatkosten poistot

Eristysjatkosten poistot eivät kuulu varsinaiseen geometriamuutokseen, mutta ne tulivat lisätyönä urakkaan. Vanhojen tasoristeysten eristysjatkokset ovat kuuluneet vanhaan raidevirtapiirijärjestelmään, joka antoi tiedon liikenteenohjaukselle junan sijainnista. Tämä järjestelmä ei kuitenkaan ole enää käytössä, joten siihen liittyneet eristysjatkokset on poistettava. Eristysjatkosten

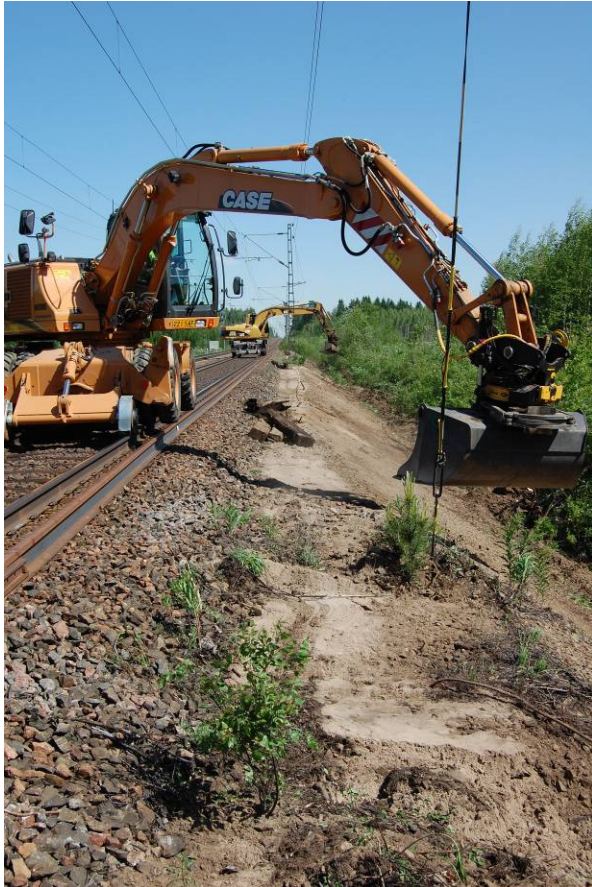
kohdalla oleva pieni rako aiheuttaa tärähtelyjä juniin ja laskee matkustusmukavuutta.

Eristysjatkosten poisto vaatii kiskojen katkaisut ja uusien kiskojen vaihtamisen ja hitsauksen vanhojen tasoristeysten kohdille.

6.9 Radan penkereen leventäminen

Ratapenkereen levennys tuli myös lisätyönä geometriamuutosurakkaan. Penkerettä on tarve leventää tietyissä kohdissa, joissa vaatimukset eivät täyty. Mitoitusnopeuden noston myötä penkereisiin kohdistuu varsinkin kaarteissa suuremmat voimat kuin ennen.

Penger puhdistetaan kaivinkoneilla pusikoista ja humuksesta ennen soran laskemista penkereeseen. Sora levitetään ratakuorma-autojen vetämällä sepelivaunuilla, joiden kuljettimen avulla sora saadaan laskettua tarpeeksi pitkälle penkereeseen. Lopuksi kaivinkoneet tasoittavat ja tiivistävät penkereen. Kuvassa 7 olevat kaivinkoneet ovat puhdistamassa ratapengertä.



Kuva 7. Penkereen puhdistamista

7 RATATYÖMAIDEN ERITYISPIIRTEET

Ratatyömaiden aikataulutuksiin vaikuttava suurin yksittäinen tekijä on työmaan ohi kulkeva junaliikenne. Pääsääntöisesti radoilla kulkee päiväsaikaan matkustaja- ja yöllä tavaraliikenne, joiden on päästävä liikkumaan esteettä työmaista huolimatta. Urakoiden tilaaja, eli tässä tapauksessa Ratahallintokeskus, laatii yhdessä konsulttien ja liikenteenohjauksen kanssa hankkeelle yleisaikataulun, johon määritellään mahdolliset työraot, jolloin eri urakoitsijat voivat työskennellä. Työraoja on vielä mahdollista muuttaa urakoitsijoiden toivomalla tavalla, jos liikenne ja muut urakat mahdollistavat sen.

Työraot jaetaan aina siten, ettei kahta perättäistä liikennepaikkaväliä ole kerrallaan pois liikenteen käytöstä, jotta junaliikenteeseen ei tule pitkiä myöhästymisiä työmaiden takia. Työraot ovat usein yöaikaan ja niiden pituudet ovat kahdeksasta kymmeneen tuntiin viikon ajan. Osalle liikennepaikkaväleistä

on saatu ympärivuorokautiset työraot jopa useaksi viikoksi kerrallaan. Tällaisilla alueilla on suuria urakoita, joita ei saada valmiiksi lyhyissä työraoissa. Geometriamuutosurakka ulottuu aina myös liikennepaikkojen sisäpuolelle, jolloin joudutaan pyytämään liikenteenohjaukselta erillinen lupa ohittaa liikennepaikan opastimet. Lupa saadaan riippuen junaliikenteen aikatauluista. Toisin sanoen työrako koskee aina vain liikennepaikkojen väliä, mutta ei enää liikennepaikkojen sisäpuolta.

Työraojen pituuden määrää suurelta osin rataosuuden raiteiden lukumäärä, turvalaitteet ja rataosuuden liikennemäärä. Yksiraiteisilla rataosuuksilla työt voidaan joutua tekemään muutaman tunnin raossa, jolloin työt eivät etene kovin nopeasti. Pieniä töitä on mahdollista tehdä jopa liikenneraoissa, jolloin liikenteen aikatauluja ei muuteta työmaiden takia. Rataosuuden turvalaitteet vaikuttavat myös työraojen pituuksiin. Nykyaikaiset turvalaitteet mahdollistavat joustavammat työraot, jolloin niitä on helpompi muuttaa lyhyilläkin varoitusajoilla.

Tilaajan yleisaikataulu varmistaa koko hankkeen valmistumisen ajoissa. Vaikka aikataulu on tehty tiukaksi, niin se antaa urakoitsijoille kuitenkin tietyn vapauden töiden suunnittelemiseen. Osa työalueista voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia, jos työ keskeytyy esimerkiksi konerikon vuoksi, jolloin työalue jää kesken. Sopivia työrajoja keskeneräiselle työalueelle voi olla kuitenkin hankala saada ja vaatii koko kaluston varaamisen. Samat koneet voivat olla viikolla myös muiden urakoiden käytössä, jolloin töiden yhteensovittaminen lyhyellä varoitusajalla voi olla todella ongelmallista. Ratatyömaiden yhtenä erityispiirteenä voidaankin pitää myös käytettävää kalustoa, joka on raskasta ja harvinaista. Suomessa VR-Radalla on suurin osa raskaista ratakoneista, joiden käyttöaste on työkauden aikana todella suuri. Koneet on suurelta osin varattu eri urakoille jo talven aikana, jolloin muutoksia niiden aikatauluihin on vaikea tehdä, eikä varsinaista varakalustoa ole olemassa. Suuren käyttöasteen takia kaluston vikaherkkyys kasvaa työkauden lopulla, koska kalustoa ei ehditä kunnolla huoltamaan ja varsinkin sepelivaunut aiheuttavat kiusallisia ongelmia.

Myös lämpötiloilla on suuri vaikutus ratatyömaiden aikataulutukseen. Suurin osa töistä pyritäänkin tästä syystä tekemään kesällä yöaikaan kiskojen lämpölaajenemisen takia. Tällöin ei ole riskinä hellekäyrän syntyminen tai talvella kiskojen murtuminen. Geometriamuutosurakassa ainoastaan sähköratatöitä voidaan tehdä päivälläkin, koska ajojohtimen säätäminen ei ole lämpötiloista riippuvainen. Myös varsinaisesta geometriamuutoksesta erillistä penkereenlevennys urakkaa voidaan tehdä päivällä, jos työrajo sen sallii.

8 TYÖSUUNNITELMAN TOTEUTUS

Työsuunnitelman toteutusta mietittiin yhdessä geometriamuutosprojektin johdon kanssa ja siitä päätettiin tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja helppolukuinen. Vuoden 2009 työsuunnitelmasta oli liikkeellä monta eri versiota, mikä aiheutti useasti ongelmia. Tämän takia päätimme, että vuodelle 2010 tulee vain yksi suunnitelma, josta tulee samalla myös työvuorolista.

8.1 Toteutustavan valinta

Toteutustapaa valittaessa tutustuin yleisesti käytössä oleviin aikataulutekniikoihin ja geometriamuutosprojektilla vuonna 2009 käytössä olleisiin erilaisiin suunnitelmien toteutustapoihin ja työvuorolistoihin. Pyrin miettimään näiden hyviä ja huonoja puolia sekä kysymään työnjohdon mielipiteitä, jotta suunnitelmasta tulisi helppolukuinen ja selkeä.

Suunnitelma päätettiin tehdä tunnin tarkkuudella, koska yleisaikataulu oli jo viikon tarkkuudella olemassa, joten meillä oli tieto siitä millä viikolla olemme milläkin alueella töissä, eikä samalle työalueelle välttämättä enää pääsisi uudelleen. Joitain pieniä muutoksia jouduttiin pyytämään hankkeen yleisaikatauluun työsuunnitelman edetessä, koska aika ei olisi muuten riittänyt osalla työalueista.

Mietin yleisesti käytössä olevien jana-aikataulun ja paikka-aikakaavion käyttämistä suunnitelman toteutuksessa. Jana-aikataulu olisi ollut selkeä ja

nopea tehdä, mutta sen tarkkuudeksi olisi sopinut korkeintaan viikko. Tarkempi jana-aikataulu olisi ollut liian sekava, ja koko Lahti–Luumäki tasonnostohankkeen yleisaikataulu oli tehty jana-aikatauluna, joten sen rinnalle oli turha tehdä enää toista aikataulua lähes samalla tarkkuudella. Paikka-aikakaavio toimii hyvin projektin seurannassa ja siihen olisi saanut käytettävissä olevat resurssit hyvin näkyviin. Kokeilin tehdä yhden viikon ajalta suunnitelman paikka-aikakaaviona, mutta siitä olisi tullut liian sekava ja vaikealukuinen. Lisäksi sen päivittäminen olisi onnistunut vain suunnitelman tekijältä, koska paikka-aikakaavioon tekeminen vaatii tiettyä perehtyneisyyttä asiaan.

Päädyin tekemään Excel-ohjelmistolla yksinkertaisen taulukon, jonka alapuolelle saa lisättyä kunkin viikon työryhmät ja -koneet. Aivan taulukon ylälaitaan tein myös yksinkertaisen kaavioalueen raiteistosta, josta näkyy alueen rajaavien vaihteiden numerot ja paalulukemat. Suunnitelma on tarkoituksena jakaa viikoittain jokaiselle työryhmälle erikseen, koska se toimii samalla työvuorolistana, joten myös tämän takia suunnitelman yksinkertaisuus oli tärkeää, jotta sen lukeminen sujuu ongelmitta.

8.2 Resurssien ja työmäärien selvittäminen

Työsuunnittelun olennaisin osa on resurssien ja työmäärien selvittäminen. Työmäärät selvitin rataosuuden uuden geometrian suunnitelman avulla, josta näin, kuinka paljon raidetta siirretään milläkin paalulla. Tästä suunnitelmasta muokkasin Excel-ohjelmiston avulla kaavoja käyttämällä taulukon, josta näin muun muassa tukemiskoneen oletetun etenemisnopeuden. Tämän avulla oli helppo selvittää, kuinka paljon tukemiskoneella kestää raiteen siirto kullakin työalueella. Lisäksi samasta taulukosta sai siirtomäärien avulla pääteltyä mahdolliset kiskojen katkaisukohdat ja niiden määrät. Raiteensiirto tukemiskoneella ja hitsaukset ovat geometriamuutoksessa olennaisimmat työvaiheet, joiden perusteella voidaan selvittää tarvittava aika työalueella. (Liite 1)

Taulukon lisäksi pidin palavereja muun muassa sähkötoista sekä hitsauksista vastaavien työnjohtajien kanssa, joilta sain käytännön tietoa työajoista. Myös he käyttivät apuna tekemääni taulukkoa. (Liite 1)

8.3 Geometriamuutoksen työvaiheiden yhteensovitus

Työvaiheiden yhteensovituksessa käytin paljon apuna sähkö- ja hitsaustöistä vastaavien työnjohtajien käytännön kokemuksia töistä sekä geometriamuutos urakan vastaavan työnjohtajan ammattitaitoa. Riittävän tarkkaa tietoa työsuunnitelman tekemiseen saimme tekemästani taulukosta sekä maastokäynneistä.

Esimerkkinä töiden yhteensovittamisesta voin käyttää viikkoa 21, jolloin Saunamäen ja Kouvolan liikennepaikkojen välisen rataosuuden pohjoinen raide on yleisaikataulun mukaan varattuna geometriamuutokselle ympärivuorokauden koko viikon ajan. Saunamäen paalulukema on 180+540 ja Kouvolan liikennepaikan paalulukema on 190+900, joten työalueen pituus on reilu kymmenen kilometriä. Uuden raidegeometrian suunnitelman mukaan raidetta tullaan siirtämään keskimäärin 50 mm sivu- ja pystysuunnassa. Ainoastaan paaluvälillä 183+939 – 184+300 on jopa 835 mm sivusiirto. Näin suuri sivusiirto vaatii usean ajokerran tukemiskoneella, tai vaihtoehtoisesti siirto voidaan aloittaa kaivinkoneen avulla, mikä vetää raiteen lähelle oikeaa geometriaa ja vasta tämän jälkeen tukemiskone siirtäisi raiteen tarkasti oikeaan geometriaan. Tässä tapauksessa päädyttiin kuitenkin siihen, että tukemiskone siirtää raidetta useamman kerran noin 200 mm kerrallaan pelkän sivusiirtoaggregaatin avulla. Jos samalla käytettäisiin myös tukemishakkuja, niin tukikerroksen sepeli hienontuisi eikä täyttäisi enää laatuvaatimuksia. (Liite 1, Liite 2)

Laskin tekemäni taulukon avulla, että tukemiskone tarvitsee kuusi työvuoroa koko kymmenen kilometrin siirtämiseen uuteen geometriaan, koska käytössä on nopea linjatukemiskone. Raiteen siirrot saadaan tehtyä kahdessa vuorossa kolmen päivän aikana.

Työsuunnaksi päätin Saunamäki - Kouvola, koska raiteen siirron jälkeen raide on sepelöitävä uudelleen ja tämän työalueen lähin sepelinlastauspaikka sijaitsee Saunamäellä. Raiteen siirron jälkeen on raide sepelöitävä, joten sepelikalustolla on oltava vapaa pääsy takaisin sepelinlastauspaikalle. Sepelöinnin jälkeen raide viimeistellään sepeliauralla, joka voi väistää sepelikalustoa seuraavalle liikennepaikalle, eli tässä tapauksessa Saunamäelle.

Suuret raiteen sivusiirrot aiheuttavat tarpeen siirtää myös ajolankoja. Koska kyseessä on jopa 835 mm sivusiirto, niin ajolankoja kannattelevia orsia joudutaan siirtämään ja vaihtamaan, koska niissä ei ole säätövaraa kuin 50–100 mm riippuen orresta. Koska työalue on varattuna ympärivuorokauden, niin ajolankojen siirtoja voidaan suorittaa päivälläkin. Koko työalueen ajolankojen siirto vie neljä työvuoroa.

Myös hitsauksia joudutaan tekemään useita, koska raidetta joudutaan pätkimään useaan osaan suurten sivusiirtojen alueella, jotta raide saadaan siirrettyä. Hitsaukset voidaan tehdä vasta esimerkiksi viikonloppuöinä, jolloin työalueella ei ole työkoneita tiellä. Hitsaustyöt ovat paljon aikaa vievää, joten tälle alueelle on tarvetta saada useampi hitsausryhmä, jotta työt saadaan valmiiksi ennen raiteen luovuttamista liikenteelle.

9 POHDINTA

Kiristyvä kilpailu urakoitsijoiden kesken aiheuttaa sen, että työt on saatava tehtyä aiempaa tehokkaammin ja edullisemmin. Tämä vaatii huolellisen työsuunnitelman teon, jotta suurilta yllätyksiltä voidaan välttyä töiden edetessä. Huolellinen suunnittelu mahdollistaa myös resurssien tehokkaan käytön työkauden aikana.

Aloitin VR-Radalla työopintojakson vuoden 2009 tammikuussa, josta jatkoin kesätöissä marraskuun loppuun saakka. Kesällä minulle tarjottiin opinnäytetyöksi vuoden 2010 työsuunnitelman tekoa

geometriamuutosurakkaan. Olin jo talven ja kevään aikana ollut mukana suunnittelemassa vuoden 2009 töitä, joten minulle oli ehtinyt jo syntyä käsitystä, mitä urakka pitää sisällään ja mitä asioita suunnittelussa on huomioitava. Suunnitelmaa tehdessä aloin myös itse ymmärtämään paremmin eri töiden yhteensovittamisen tärkeyden, ja kuinka laajoja rakennusurakat oikeasti ovat. Työt VR-Radalla olivat muutenkin mielenkiintoisia, koska minulla ei ollut aiempaa kokemusta ratatyömaista, joten opin paljon uusia asioita vuoden aikana ja sain arvokasta työkokemusta.

Työsuunnitelman tekeminen geometriamuutosurakalle eteni hyvin, kun olin saanut muokattua suunnittelijoiden tiedoista taulukon, josta näki muun muassa tarvittavan työajan raiteen tukemiseen. Tätä taulukkoa hyväksi käyttämällä ja usean palaverin avulla työnjohdon kanssa sain työn etenemään odotetulla tavalla. Pieniä ongelmia aiheutti se, että koko hankkeen yleisaikataulua muutettiin tilaajaan toimesta kahteen kertaan sillä aikaa, kun tein suunnitelmaa. Muutokset aiheuttivat joidenkin viikkojen kokonaan uudelleen suunnittelemista.

Työsuunnitelman sain valmiiksi vuoden 2009 syksyn aikana, jonka jälkeen suunnitelman perusteella geometriamuutosurakalle varattiin tarvittavat resurssit. Tärkeimmät näistä olivat suuret ratatyökoneet, koska niiden käyttöaste on suuri työkauden aikana ja niiden saatavuus oli varmistettava hyvissä ajoin.

KUVAT

Kuva 1. Radan alusrakenne (Ratahallintokeskus.Ratatekniset ohjeet 3, 83.)

Kuva 2. UAD–vaunu lastauksessa

Kuva 3. Sepelijuna

Kuva 4. Linjatukemiskone

Kuva 5. Stabilisaattori

Kuva 6. Sepeliaura

Kuva 7. Penkereen puhdistamista

LÄHTEET

Lahti-Luumäki tasonnoston hankekortti

<http://www.rhk.fi/@Bin/2712535/Lahti-Luum%C3%A4ki.pdf> (Luettu 16.1.2010)

Liikenne- ja viestinministeriön julkaisu 35/2008 Radanpidon töiden toimintamallin kehittäminen (Työryhmän loppuraportti)

<http://www.lvm.fi/web/fi/julkaisuja/2008> (Luettu 16.1.2010)

Oy VR-Rata Ab. Rakentaminen.

<http://www.vr-rata.fi/fi/index.html> (Luettu 16.1.2010)

Pelin, R. 1996. Projektihallinnan käsikirja. Painos 5. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Ratahallintokeskus. Ratatekniset ohjeet.

http://www.rhk.fi/tietopalvelu/radanpidon_ohjeet/ratatekniset_ohjeet_rato/ (Luettu 6.4.201)

Ratahallintokeskuksen vuosikertomus 2008 sivut 10-12

<http://www.rhk.fi/tietopalvelu/julkaisut/vuosikertomukset/> (Luettu 16.1.2010)

Ratahallintokeskus. Itärata – esite.

http://www.rhk.fi/hankkeet/rakennuttaminen/lahti-luumaki_palvelutason_paran/ (Luettu 16.1.2010)

Toikkanen, A. & Kiiras, J. 1993. Korjauskohteiden työsuunnittelu.

Rakennusteollisuuden keskusliiton julkaisu. Espoo.

Liite 1 Taulukko työsaavutusten selvittämiseen

Lahti - Kouvola Raiteensiirtymät												
Työaika	Raide 1	Sivusiirto= -vasemmalle	Nosto= +ylös	Kaaren elementti	Kaaren suunta	Elementin pituus (m)	Ympyräkaarensäde R	Kaaren kallistus (mm)	Ajolangan siirtymä	Työnopeus	Työpituus	Työaika (h)
vk21	180,700	6	66						6	x	x	24,00
	180,760	-8	43						-8	x	x	
	180,819	-5	52						-5	x	x	
	180,880	4	38						4	x	x	
	180,893	0	0	Imumuuntaja					0	x	x	
	180,940	-3	14						-3	x	x	
	180,945	0	0						0	x	x	
	180,991	-10	45						-10	x	x	
	181,000	-19	60						-19	x	x	
	181,040	-32	56						-32	x	x	
	181,055	0	0						0	x	x	
	181,079	-36	63						-36	x	x	
	181,139	-43	55						-43	x	x	
	181,180	-32	37	siirt	vas	135			8	x	x	
	181,199	-20	24		vas				20	x	x	
	181,219	-21	32		vas				19	x	x	
	181,239	-26	42		vas				14	x	x	
	181,260	-30	48		vas				10	x	x	
	181,279	-28	57		vas				12	x	x	
	181,299	-25	57		vas				15	x	x	
	181,319	-19	58	kaari	vas	716	1742	80	21	x	x	
	181,339	-6	52		vas				34	x	x	
	181,359	3	21		vas				43	x	x	
	181,380	-7	5		vas				33	x	x	
	181,399	40	-22		vas				80	x	x	
	181,419	4	16		vas				44	x	x	
	181,439	-2	18		vas				38	x	x	
	181,459	-5	20		vas				35	x	x	
	181,479	-7	18		vas				33	x	x	
	181,499	-12	24		vas				28	x	x	
	181,519	-7	46		vas				33	x	x	
	181,539	0	44		vas				40	x	x	
	181,559	-6	26		vas				34	x	x	
	181,579	-20	13		vas				20	x	x	
	181,599	-26	29		vas				14	x	x	
	181,619	-28	51		vas				12	x	x	

181,639	-33	53		vas		7	x	x
181,659	-33	52		vas		7	x	x
181,679	-23	58		vas		17	x	x
181,699	-16	64		vas		24	x	x
181,719	-14	62		vas		26	x	x
181,739	-10	60		vas		30	x	x
181,759	-5	47		vas		35	x	x
181,779	9	40		vas		49	x	x
181,799	13	56		vas		53	x	x
181,819	23	48		vas		63	x	x
181,839	43	58		vas		83	x	x
181,859	53	67		vas		93	x	x
181,879	62	70		vas		102	x	x
181,899	31	74		vas		71	x	x
181,919	24	73		vas		64	x	x
181,920	0	0	Opastin	vas		0	x	x
181,939	26	75		vas		66	x	x
181,959	25	68		vas		65	x	x
181,967	20	76		vas		60	x	x
181,989	20	97		vas		60	x	x
182,017	24	110		vas		64	x	x
182,040	29	117	siirt	vas	135	69	x	x
182,060	28	106		vas		68	x	x
182,080	23	90		vas		63	x	x
182,100	22	70		vas		62	x	x
182,120	23	60		vas		63	x	x
182,140	21	63		vas		61	x	x
182,160	18	65		vas		58	x	x
182,175	25	67		vas		65	x	x
182,180	33	62	suora			33	x	x
182,240	15	44				15	x	x
182,300	-3	49				-3	x	x
182,360	-8	37				-8	x	x
182,420	-11	21				-11	x	x
182,480	0	98				0	x	x
182,520	0	0				0	x	x
182,539	-9	124				-9	x	x
182,600	-13	82				-13	x	x
182,660	-23	55				-23	x	x
182,703	-28	46				-28	x	x
182,760	-23	9				-23	x	x
182,820	-30	33				-30	x	x
182,879	-29	56				-29	x	x
182,939	-24	81				-24	x	x
183,000	0	81				0	x	x
183,039	16	93				16	x	x
183,100	4	75				4	x	x
183,160	8	52				8	x	x
183,219	-3	46				-3	x	x
183,279	-3	59				-3	x	x
183,301	0	0	Imumuuntaja			0	x	x
183,340	17	67				17	x	x
183,399	6	81	Nappa SA, erotusjaksot			6	x	x
183,459	-3	69				-3	x	x

183,515	-16	106							-16	x	x
183,519	-15	101							-15	x	x
183,579	-18	61							-18	x	x
183,639	-6	86							-6	x	x
183,699	6	74							6	x	x
183,758	0	0							0	x	x
183,759	10	56							10	x	x
183,761	0	0	Koria esiopastin						0	x	x
183,770	11	51							11	x	x
183,819	9	60							9	x	x
183,879	3	81							3	x	x
183,895	7	80							7	x	x
183,919	31	88							31	x	x
183,939	98	88							98	x	x
183,955	0	0	Opastin						0	x	x
183,959	208	78							208	x	x
183,965	0	0							0	x	x
183,979	358	84							358	x	x
184,000	529	96							529	x	x
184,020	651	83							651	x	x
184,039	740	60							740	x	x
184,043	0	0							0	x	x
184,049	776	50							776	x	x
184,074	823	42							823	x	x
184,076	0	0							0	x	x
184,084	831	33	V003TJ nyk						831	x	x
184,117	832	21	V003EJ nyk						832	x	x
184,123	835	22	V005EJ nyk						835	x	x
184,130	0	0	siirt	vas	210				60	x	x
184,157	819	30	V005TJ nyk	vas					879	x	x
184,161	816	34		vas					876	x	x
184,179	769	57		vas					829	x	x
184,200	679	84		vas					739	x	x
184,220	567	98		vas					627	x	x
184,239	433	79		vas					493	x	x
184,259	296	91		vas					356	x	x
184,279	176	122		vas					236	x	x
184,300	68	125		vas					128	x	x
184,319	-1	115		vas					59	x	x
184,339	-18	114		vas					42	x	x
184,350	0	0	kaari	vas	587	941	135		60	x	x
184,359	-22	110		vas					38	x	x
184,379	-30	97		vas					30	x	x
184,400	-56	75		vas					4	x	x
184,404	9	70		vas					69	x	x
184,419	-66	84		vas					-6	x	x
184,439	-61	82		vas					-1	x	x
184,459	-52	74		vas					8	x	x
184,479	-35	72		vas					25	x	x
184,499	-28	82		vas					32	x	x
184,519	-29	70		vas					31	x	x
184,539	-44	37		vas					16	x	x
184,559	-68	25		vas					-8	x	x
184,579	-73	6		vas					-13	x	x

184,580	0			vas				x	x	
184,599	-57	15		vas				3	x	x
184,619	-52	17		vas				8	x	x
184,639	-43	31		vas				17	x	x
184,659	-49	48		vas				11	x	x
184,679	-50	78		vas				10	x	x
184,700	-51	79		vas				9	x	x
184,719	-50	79		vas				10	x	x
184,739	-44	95		vas				16	x	x
184,759	-33	93		vas				27	x	x
184,779	-32	89		vas				28	x	x
184,799	-47	54		vas				13	x	x
184,819	-53	35		vas				7	x	x
184,839	-44	34		vas				16	x	x
184,859	-41	46		vas				19	x	x
184,879	-40	65		vas				20	x	x
184,899	-42	67		vas				18	x	x
184,919	-24	76		vas				36	x	x
184,939	-25	75	siirt	vas	160			35	x	x
184,959	-30	70		vas				30	x	x
184,979	-29	82		vas				31	x	x
184,992	-38	84		vas				22	x	x
185,019	-34	73		vas				26	x	x
185,039	-11	63		vas				49	x	x
185,059	1	63		vas				61	x	x
185,079	10	76		vas				70	x	x
185,099	14	91	suora					14	x	x
185,159	11	87						11	x	x
185,219	17	84						17	x	x
185,272	-3	55						-3	x	x
185,308	-7	37						-7	x	x
185,319	-9	31						-9	x	x
185,379	-6	57						-6	x	x
185,440	13	19						13	x	x
185,503	-1	-7	V006TJ nyk					-1	x	x
185,522	6	-15						6	x	x
185,536	8	-18	V006EJ nyk					8	x	x
185,542	14	-15	V004EJ nyk					14	x	x
185,575	54	-7	V004TJ nyk					54	x	x
185,599	97	-1						97	x	x
185,660	35	48						35	x	x
185,700	0		Opastin					0	x	x
185,718	-16	33						-16	x	x
185,779	-5	33						-5	x	x
185,830	0	0	siirt	vas	95			-20	x	x
185,832	0		Imumuuntaja	vas				0	x	x
185,839	-22	57		vas				-42	x	x
185,860	-33	72		vas				-53	x	x
185,880	-55	91		vas				-75	x	x
185,900	-61	89		vas				-81	x	x
185,919	-55	85		vas				-75	x	x
185,923	0	0	Koria tulo- op.	vas				0	x	x
185,930	0	0	kaari	vas	262	2899	55	-20	x	x
185,940	-45	91		vas				-65	x	x

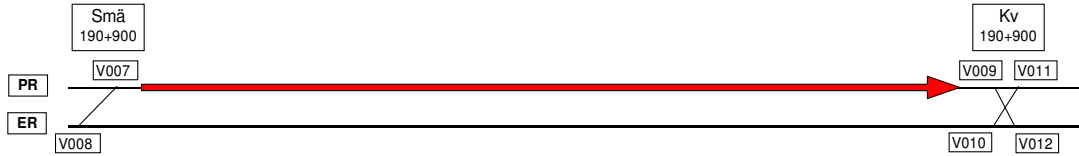
185,960	-42	71		vas					-62	x	x
185,979	-42	44		vas					-62	x	x
186,000	-40	29		vas					-60	x	x
186,020	-37	27		vas					-57	x	x
186,039	-29	46		vas					-49	x	x
186,060	-23	58		vas					-43	x	x
186,065	-1	53		vas					-21	x	x
186,074	0	52		vas					-20	x	x
186,080	-19	56		vas					-39	x	x
186,100	-15	47		vas					-35	x	x
186,119	-23	69		vas					-43	x	x
186,131	-8	87		vas					-28	x	x
186,161	10	96		vas					-10	x	x
186,179	-13	88	siirt	vas	95				-33	x	x
186,199	-12	75		vas					-32	x	x
186,219	-2	72		vas					-22	x	x
186,240	4	68		vas					-16	x	x
186,260	14	67		vas					-6	x	x
186,283	9	58	suora						9	x	x
186,299	8	61							8	x	x
186,359	14	59							14	x	x
186,364	4	68							4	x	x
186,418	2	35							2	x	x
186,468	-1	45							-1	x	x
186,525	7	60							7	x	x
186,530	0	0	siirt	oik	160				-60	x	x
186,540	11	36		oik					-49	x	x
186,559	4	30		oik					-56	x	x
186,580	-18	20		oik					-78	x	x
186,600	-11	16		oik					-71	x	x
186,620	-17	12		oik					-77	x	x
186,640	-19	8		oik					-79	x	x
186,660	-16	8		oik					-76	x	x
186,680	-15	8	kaari	oik	670	1430	105		-75	x	x
186,699	-21	7		oik					-81	x	x
186,720	-15	25		oik					-75	x	x
186,739	-6	46		oik					-66	x	x
186,759	-3	49		oik					-63	x	x
186,778	4	54		oik					-56	x	x
186,799	7	54		oik					-53	x	x
186,818	4	45		oik					-56	x	x
186,840	-3	44		oik					-63	x	x
186,858	-4	43		oik					-64	x	x
186,880	-6	35		oik					-66	x	x
186,899	-3	40		oik					-63	x	x
186,919	2	64		oik					-58	x	x
186,939	6	75		oik					-54	x	x
186,960	4	68		oik					-56	x	x
186,978	9	55		oik					-51	x	x
187,000	5	48		oik					-55	x	x
187,020	6	49		oik					-54	x	x
187,039	1	58		oik					-59	x	x
187,060	4	60		oik					-56	x	x
187,080	8	58		oik					-52	x	x

187,100	6	61		oik		-54	x	x
187,120	8	62		oik		-52	x	x
187,140	14	52		oik		-46	x	x
187,159	14	55		oik		-46	x	x
187,180	10	51		oik		-50	x	x
187,200	10	58		oik		-50	x	x
187,220	1	51		oik		-59	x	x
187,240	2	54		oik		-58	x	x
187,260	7	59		oik		-53	x	x
187,279	5	63		oik		-55	x	x
187,299	11	53		oik		-49	x	x
187,319	13	50		oik		-47	x	x
187,339	19	41		oik		-41	x	x
187,359	29	33	siirt	oik	160	-31	x	x
187,379	37	41		oik		-23	x	x
187,399	35	37		oik		-25	x	x
187,419	34	44		oik		-26	x	x
187,439	35	46		oik		-25	x	x
187,459	35	36		oik		-25	x	x
187,469	24	7		oik		-36	x	x
187,479	39	31		oik		-21	x	x
187,490	0	0		oik		0	x	x
187,499	44	38		oik		-16	x	x
187,518	43	54	suora			43	x	x
187,579	17	96				17	x	x
187,640	17	86				17	x	x
187,699	10	86				10	x	x
187,760	4	85				4	x	x
187,819	3	74				3	x	x
187,880	9	73				9	x	x
187,939	13	68				13	x	x
187,950	0	0	Opastin			0	x	x
188,000	-1	77				-1	x	x
188,039	13	63				13	x	x
188,100	13	59				13	x	x
188,159	19	55				19	x	x
188,220	24	73				24	x	x
188,279	30	36				30	x	x
188,340	22	111				22	x	x
188,380	16	74				16	x	x
188,400	0	0	Imumuuntaja			0	x	x
188,439	-1	40				-1	x	x
188,499	-19	17				-19	x	x
188,559	-53	19				-53	x	x
188,619	-44	46				-44	x	x
188,679	-36	53				-36	x	x
188,739	-47	44				-47	x	x
188,799	-60	62				-60	x	x
188,859	-53	60				-53	x	x
188,919	-32	75				-32	x	x
188,940	0	0				0	x	x
188,963	-26	39				-26	x	x
188,999	-27	26				-27	x	x
		-						
189,041	-18	124				-18	x	x

189,099	-13	86		-13	x	x
189,159	-14	79		-14	x	x
189,220	-6	48		-6	x	x
189,279	-25	108		-25	x	x
189,284	0	0	Opastin	0	x	x
189,339	-20	90		-20	x	x
189,399	-4	95		-4	x	x
189,459	15	81		15	x	x
189,511	15	59		15	x	x
189,518	17	58		17	x	x
189,518	11	57		11	x	x
189,579	7	68		7	x	x
189,639	6	68		6	x	x
189,657	0	0	Imumuuntaja	0	x	x
189,699	7	71		7	x	x
189,759	21	-2		21	x	x
189,819	25	5		25	x	x
189,879	22	32		22	x	x
189,939	21	38		21	x	x
190,000	21	59		21	x	x
190,061	23	72		23	x	x
190,450	0	0		0	x	x
190,450	0	0		0	x	x
190,900	0	0	Urakka-alue päättyy	0	x	x

Liite 2 Esimerkki työsuunnitelmasta

VK21 24. - 30.5.2010
Smä - Kv PR 180+700 - 190+900 (10,2km)



	SU	MA	TI	KE	TO	PE	LA	SU	
Tukemiskone									
Sepeliaura									
Sepelijuna									
Työryhmä 1									
Työryhmä 2									
Työryhmä 3									
Työryhmä 4									

Tukemiskone

Sepeliaura

Sepelijuna

Työryhmä 1

Työryhmä 2

Työryhmä 3

Työryhmä 4

HUOM.