HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu

# Ratasuunnitelman aikataulutuksen työkalu

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Elmeri Nick

HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu

Koulutuksen nimi
Tekijä Elmeri Nick
Työn nimi Ratasuunnitelman aikataulutuksen työkalu
Ohjaaja Oskar Eklöf

Tiivistelmä
Vuosi 2024

Ratasuunnitelma on ratalaissa tarkasti määritelty rautatiesuunnittelun vaihe, joka toimii hallinnollisena suunnitelmana sekä maanlunastusasiakirjana rakennettavalle rautatielle. Rautatiesuunnittelussa on yleisesti tunnistettu osaajapula, ja opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ratasuunnitelmaprojektille aikatauluhallinnan työkalu, joka auttaisi ratasuunnitelmaprojektien läpiviennissä. Opinnäytetyö on tehty Sitowise Oy:lle yrityksen sisäisenä kehitystyönä.

Työssä tutkittiin aluksi eri projektinhallinnan menetelmiä teorian kautta sekä projektinhallintaan käytettävissä olevia työkaluja. Tämän jälkeen siirryttiin asiantuntijoiden haastatteluun, joiden pohjalta valittiin ensin aikataulupohjan tekemiseen sopiva alusta, Microsoft Project, jonka päälle lähdettiin luomaan valmista aikataulupohjaa ratasuunnitelmalle.

Aikataulupohjan luomisessa keskityttiin löytämään ne kriittiset tehtävät ja aikatauluriippuvuudet, jotka usein toistuvat ratasuunnitelmavaiheessa. Oleellista oli myös luoda tehtävistä valmis kriittinen polku, jonka voisi helposti ottaa käyttöön jokaisessa uudessa ratasuunnitelmavaiheen projektissa. Työssä pilkottiin tyypillinen ratasuunnitelmaprojekti pienempiin tehtäväkokonaisuuksiin, jolla pystyttäisiin helpottamaan projektinhallintaa.

Tehtävien keston arvioiminen osoittautui haasteelliseksi monista syistä, kuten puutteellisista tai hankalasti käsiteltävästä datasta. Arvioinneissa hyödynnettiin asiantuntija-arvioita, vertailtiin aikaisempien projektien tuntikirjauksia sekä analysoitiin suunnitteluprojektien tunteja suhteessa suunnittelualueen pituuteen.

Aikataulupohjaan onnistuttiin lisäämään suurin osa ratasuunnitelmaan kuuluvista kriittisistä tehtävistä ja niiden riippuvuudet. Lisäksi monille tehtäville onnistuttiin määrittämään alustavat arviot työn kestosta suhteessa aikaisempien projektien toteumaan.

Työkalun tehokas käyttö tulevaisuudessa vaatii projektinhallinnasta vastaavien henkilöiden kouluttamista aikataulupohjan ja sen alustana toimivan ohjelmiston käyttöön. Muita oleellisia kehityskohteita on työmääräarvioiden tarkempi kehittäminen.

Avainsanat Rautatiesuunnittelu, projekti, projektinhallinta
Sivut 29 sivua ja liitteitä 1 sivua

HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu

Degree Programme in Traffic and Transport Management
Author Elmeri Nick
Subject Tool for scheduling railway plans
Supervisors Oskar Eklöf

Abstract
Year 2024

The railway plan is a precisely defined phase of railway planning in the railway act, which serves as an administrative plan as well as a land acquisition document for any new railway line being constructed. There is a generally recognized shortage of experienced designers and project managers in railway planning industry, and the purpose of the thesis was to create a scheduling tool for the railway planning project that would assist in the implementation of railway planning projects. The thesis was conducted as internal development work for Sitowise Oy.

Initially, various project management methods were examined through theory, as well as the tools available for project management. Simultaneously interviews were conducted with Sitowise experts, based on which Microsoft Project was chosen as the platform suitable for creating a scheduling template for the railway plan.

In creating the schedule template, the focus was on identifying the critical tasks and schedule dependencies that often recur during the railway planning phase. It was also essential to identify a critical path for the tasks that could be easily adopted in every new project in the railway planning phase. The typical railway planning project was broken down into smaller task sets to facilitate project management.

Estimating task durations proved challenging for several reasons, such as incomplete or difficult-to-handle data. Expert assessments were utilized in the estimations, previous project hour logs were compared, and the hours of planning projects were analyzed in relation to the length of the planning area.

Most of the critical tasks of the railway plan and their dependencies were successfully added to the schedule template. In addition, preliminary estimates of task durations relative to previous project outcomes were determined for many tasks.

Efficient use of the tool in the future will require training of personnel responsible for project management in the use of the schedule template and the software platform it operates on. Other essential areas for development include refining workload estimates.

Keywords Railway planning, project, project management.
Pages 29 pages and appendices 1 pages

# Sisällys

1 Johdanto ..... 1
2 Projekti ..... 1
2.1 Projektin elinkaari ja vaiheet ..... 2
2.2 Hanketyyppien vertailu ..... 3
2.3 Parkinsonin laki ..... 6
2.4 Projektinhallinnan menetelmät ..... 6
3 Ratasuunnitelma ..... 7
3.1 Ratalaki ..... 7
3.2 Väyläviraston ohjeistukset ratasuunnitelman laadintaan ..... 8
3.3 Ratasuunnitelman laajuus ..... 9
3.4 Ratasuunnitelman vaiheet ja sisältö ..... 9
4 Työkalun kehittämisen lähtökohdat ..... 11
4.1 Ratasuunnittelun erityispiirteet ..... 12
4.2 Projektien aikatauluhallinta tällä hetkellä ..... 12
4.3 Suurimmat haasteet ..... 12
5 Työkalun kehittäminen ..... 14
5.1 Työkalun tyypin ja alustan valinta ..... 14
5.2 Tehtävien ositus ..... 16
5.3 Tehtävien riippuvuussuhteiden määrittäminen ..... 19
5.4 Tehtävien keston määrittäminen ..... 22
6 Lopputulos ..... 24
6.1 Kehityskohteet ja jatkotoimenpiteet ..... 26
6.2 Pohdintaa ..... 27
Lähteet ..... 28

# Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1: esimerkki projektin vaiheista ja työmäärän jakautumisesta. (Mäntyneva, 2016)2

Kuva 2. Kuvaus suunnitteluvaiheista ..... 7

Kuva 3. Prosessikaavio ratasuunnitelman vuorovaikutuksesta (Väylävirasto, 2022, s. 11) ..... 11

Kuva 4. Esimerkki koko projektin tehtäväpohjasta ..... 17

Kuva 5. Esimerkki radan tehtävien jaosta ..... 18

Kuva 6. Esimerkkikuva välitavoitetehtävästä..... 20

Kuva 7. Kriittinen polku ratasuunnitelmassa ratasuunnittelijan näköulmasta ..... 25

## Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

# 1 Johdanto

Ratasuunnitelma on yksi kolmesta rautatiesuunnittelun päävaiheesta, ja yleissuunnitelman ohella toinen, jota suoraan ohjaa lainsäädäntö. Se on keskeinen rautatiesuunnittelun vaihe, jolla määritellään rakennettavan rautatien vaatima tila. Samalla ratasuunnittelun kokeneista ammattilaisista on pula, jota pidetään haasteena rautatiesuunnittelulle Suomessa (Tampereen yliopisto, 2023).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut luoda työkalu ratasuunnitelman läpiviennin helpottamiseksi. Työ on tehty Sitowise Oy:n toimeksiannosta yrityksen sisäisenä kehitystyönä. Työ on rajattu koskemaan ratasuunnitelmavaiheen suunnittelutyötä ja sen suunnittelua, sekä Sitowisen sisältä löytyviä suunnittelupalveluita. Osa rautatiesuunnittelun liittyvistä oleellisista suunnittelualoista, kuten turvalaitesuunnittelu sekä sähkö- ja vahvavirtasuunnittelu jäävät siten työn ulkopuolelle.

Opinnäytetyön tuotoksena tehty aikataulupohja on luottamuksellinen, eikä sitä julkaista työn ohessa. Samoin Sitowisen liiketoimintaan oleellisesti vaikuttavia tunnuslukuja on työn kirjallisessa osuudessa muutettu.

Tässä opinnäytetyössä pääasiallisina tutkimusmenetelminä on käytetty projektinhallinnan kirjallisuutta sekä vapaita teemahaastatteluja, joilla on haastateltu Sitowisen asiantuntijoita. Haastateltavia kertyi kymmenen eri suunnittelualoilta, muun muassa rata-, geo,- silta,- ja tunnelisuunnittelusta. Haastattelukysymysten runko on ollut haastatteluissa sama, mutta jokaisessa haastattelussa on kysytty myös tarkentavia kysymyksiä haastateltavan työtehtävistä ja tekniikkalajista riippuen. Haastattelut on käsitelty luottamuksellisina.

# 2 Projekti

Infrasuunnittelun alalla projekti on yleistynyt tapa työskennellä, sillä valtaosa kaikesta suunnittelusta ja rakentamisesta toteutetaan projektimuotoisena. Projekti voidaan määritellä monella eri tavalla, vaikkakin määritelmät ovat keskenään hyvin samankaltaisia. Mikko

Mäntyneva määrittää projektin teoksessaan "ainutkertaiseksi kokonaisuudeksi, joka on rajattu ajallisesti, kustannuksiltaan ja laajuudeltaan" (Mäntyneva, 2016).

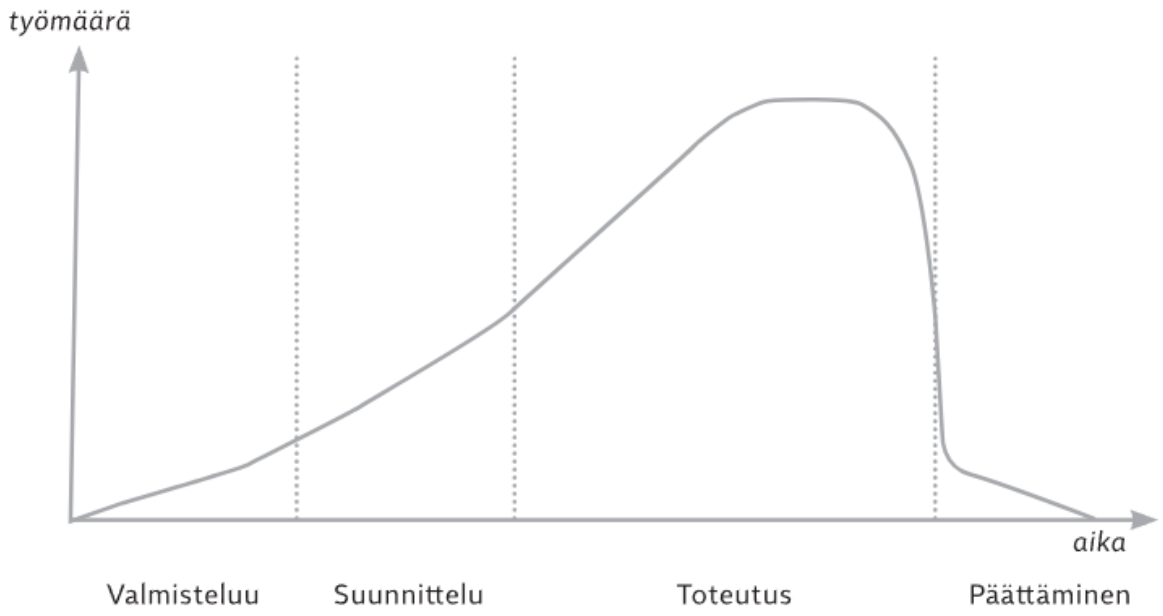
## 2.1 Projektin elinkaari ja vaiheet

Samassa teoksessa projektin elinkaari jaetaan neljään eri vaiheeseen:

1. valmistelu
2. suunnittelu
3. toteuttaminen
4. päättäminen

Projektilla on siis aina alku ja loppu, eikä toista täysin samanlaista projektia ole. (Mäntyneva, 2016). Valmisteluvaiheessa päätetään projektin toteuttamisesta joko tilaajan tai sen toteuttavan toimesta. Kun projekti on päätetty käynnistää, alkaa projektin suunnittelu. Tällöin määritellään hankkeelle sen laajuus ja tavoitteet.

Kuva 1: esimerkki projektin vaiheista ja työmäärän jakautumisesta. (Mäntyneva, 2016)




Toteutusvaiheessa noudatetaan projektin suunnittelussa laadittua suunnitelmaan, ja tehdään aikatauluun mahdollisesti tarvittavia muutoksia. Kun varsinainen tuotos on saatu valmiiksi, on

aika päättää projekti ja laatia tarvittavat dokumentit sekä loppuraportit. Lopputuote luovutetaan eteenpäin tilaajalle.

Bent Flyvbjergin mukaan projektin suunnittelu on minkä tahansa projektin kriittisimpiä vaiheita, sillä projektin onnistumisen kannalta on tarpeen ymmärtää projektin tavoitteet (Flyvbjerg, 2023). Projekteja ei tehdä projektien takia, vaan projekti on väline saavuttaa haluttu lopputulos. Siksi on äärimmäisen tärkeää ymmärtää projektin suunnittelun aikaisessa vaiheessa, mikä on kyseisen projektin tekemisellä haluttu lopputulos.

Esimerkiksi saaren yhdistäminen mantereeseen sillalla voi olla alussa määritelty vaihtoehto yhteydelle. Mutta jos koko projektin alussa kysytään, miksi tämä yhteys tarvitaan ja mitä sillä tavoitellaan, voidaan päätyä täysin erilaiseen ratkaisuun. (Flyvbjerg, 2023). Kysyminen avaa runsaasti eri vaihtoehtoja yhteyden toteuttamiselle, kuten tunneli, lautta-, metro-, tai jopa helikopteriyhteys, jolla yhteystarve voidaan saavuttaa. Jokainen näistä voi olla järkevämpi vaihtoehto sillalle, kunhan yhteyden tarpeet on tunnistettu riittävän tarkasti. Jos siltaa tavoitellaan esimerkiksi terveydenhuollon järjestämisen helpottamiseksi, voi vaihtoehtona olla sillan unohtaminen kokonaan, ja perustaa paikallinen terveydenhuollon keskus saarelle. Hän kutsuu menetelmää "thinking from right to left", jossa projektia lähdetään miettimään lopusta alkuun. (Flyvbjerg, 2023). Menetelmää voidaan käyttää paitsi projektin tavoitteiden määrittelyyn, myös aikataulun laadinnassa (Mäntyneva, 2016, s. 57).

## 2.2 Hanketyyppien vertailu

Usein tilaajat, projektipäälliköt sekä suunnittelijat sortuvat ajatukseen, että heidän projektinsa on täysin ainutkertainen, eikä täysin samanlaista projektia ole koskaan tehty aiemmin. (Flyvbjerg, 2014). Tämä johtaa monesti myös käsitykseen, että esimerkiksi käynnissä oleva ratasuunnitelma-projekti ei ole vertailukelpoinen muiden vastaavanlaisten projektien kanssa. Kuitenkin jokaisessa ratasuunnitelmassa on asioita, jotka toistuvat lähes sellaisinaan projektista toiseen.

Tämän oletuksen pohjalta on rakennettu työkalu, jolla mitä tahansa projektia voidaan arvioida etukäteen. Reference class forecasting, vapaasti suomennettuna "hanketyyppien vertailu", on projektin aikataulun sekä kustannusten arviointiin käytetty menetelmä. Sen teorian kehittivät psykologit Daniel Kahneman sekä Amos Tversky. Teorian pohjalta hankevertailussa käytetyn työkalun kehitti Bent Flyvbjerg (Flyvbjerg, 2023, ss. 104-107).

Menetelmä on laajasti käytössä infrastruktuuriprojekteissa muun muassa Isossa-Britanniassa sekä Irlannissa.

Menetelmässä vertaillaan kaikkia saman tyyppisiä hankkeita keskenään. Aluksi haetaan vertailtavien hankkeiden kustannukset sekä kesto, ja niitä vertaillaan hankkeiden alkuperäisiin kustannus- ja aikatauluarvioihin. Vertailun tuloksena saadaan dataa, joka kertoo saman tyyppisten hankkeiden toteuman suhteessa ennusteeseen, ja kuinka usein ennusteet osuvat oikeaan. Kun kaikki saman tyyppiset projektit niputetaan yhteen toteutuneiden kustannusten sekä aikataulun mukaan, saadaan huomattavasti realistisempi kuva hankkeiden todellisista kustannuksista sekä siihen tarvittavasta ajasta. Tämän vertailun pohjalta voidaan muodostaa ennuste alkaville hankkeille sekä aikataulun että kustannuksen osalta.

Ihmiset arvioivan usein projektiin käytetyn ajan ja rahan alakanttiin. Ilmiö on tunnistettu psykologiassa suunnitteluvinoumana (englanniksi planning fallacy). (Lovallo & Kahneman, 2003). Hanketyyppien vertailu ohittaa suunnitteluvinouman korvaamalla optimismin datalla.

Flyvbjerg on työssään analysoinut tuhansia yli miljardin euron kokoisia infrahankkeita aina tie- ja rautatiehankkeista suurien vesivoimaloiden ja ydinjätteen loppusijoituspaikkoihin. Monet näistä hankkeista ylittävät alkuperäisen budjetin ja aikataulun. Taulukko 1 kuvaa eri projektityyppejä ja niiden keskimääräistä kustannusjakaumaa. Ensimmäinen sarake kertoo projektityypin. Toinen sarake kuvaa projektityyppien keskimääräistä kustannusylitystä alkuperäiseen arvioon nähden. Kolmas sarake kertoo projektien prosenttiosuuden, jotka ovat ylittäneet alkuperäisen kustannusarvion yli puolella. Neljäs sarake kertoo taas näiden projektien keskimääräisen kustannusylityksen prosentteina. Esimerkiksi rautatieprojektit ylittävät alkuperäiset kustannusarvionsa keskimäärin 39 prosenttiyksiköllä. Kaikista rautatiehankkeista 28 prosenttia ylittää alkuperäisen kustannusarvionsa yli puolella. Näiden projektien keskimääräinen kustannusylitys on ollut peräti 116 prosenttia.

Taulukko 1. Erityyppisten projektien keskimääräiset kustannusylitykset (Flyvbjerg, 2023, s. 192)

| Projektityyppi | A) Keskimääräinen kustannusten ylitys (%) | B) Prosenttiosuus projekteista (A), joissa ≥ 50 % kustannusylitys | C) Keksimääräinen kustannusylitys % (B) |
|---|---|---|---|
| Ydinjätevarasto | 238 | 48 | 427 |
| Olympialaiset | 157 | 76 | 200 |
| Ydinvoima | 120 | 55 | 204 |
| Vesivoima | 75 | 37 | 186 |
| Tietotekniikka | 73 | 18 | 447 |
| Muut kuin vesivoimalan padot | 71 | 33 | 202 |
| Rakennukset | 62 | 39 | 206 |
| Ilmailu- ja avaruusteknologia | 60 | 42 | 119 |
| Puolustusteollisuus | 53 | 21 | 253 |
| Bussimetro (Bus rapid transit) | 40 | 43 | 69 |
| Rautatie | 39 | 28 | 116 |
| Lentokentät | 39 | 43 | 88 |
| Tunnelit | 37 | 28 | 103 |
| Öljy ja kaasu | 34 | 19 | 121 |
| Satamat | 32 | 17 | 183 |
| Sairaalat | 29 | 13 | 167 |
| Kaivosteollisuus | 27 | 17 | 129 |
| Sillat | 26 | 21 | 107 |
| Vesi | 20 | 13 | 124 |
| Fossiilisen energian projektit | 16 | 14 | 109 |
| Tiet | 16 | 11 | 102 |
| Putkilinjat (mm. kaasu ja öljyputket) | 14 | 9 | 110 |
| Tuulivoima | 13 | 7 | 97 |
| Energiansiirto | 8 | 4 | 166 |
| Aurinkoenergia | 1 | 2 | 50 |

Kaikista megaprojekteista 47,9 prosenttia pysyy budjetissa, 8,5 prosenttia pysyy budjetissa ja aikataulussa, ja vain 0,5 prosenttia saavuttaa budjetin ja aikataulun lisäksi myös projektille alun perin asetetut tavoitteet ja hyödyt. (Flyvbjerg, 2023, s. 8). Hanketyyppien vertailulla voidaan saada jo alusta asti realistisempi kuva hankkeen kustannuksista ja aikataulusta.

Hanketyyppien vertailun etuna on, että se ottaa huomioon kaikki onnistumiset ja virheet, joita jokaisessa yksittäisessä projektissa on tapahtunut. Siksi hankkeiden rajaaminen liian tarkasti voi olla menetelmälle haitallista. (Flyvbjerg, 2023, ss. 105-109). Menetelmä on kehitetty alun perin rakentamishankkeille, mutta sitä voidaan yhtä lailla soveltaa esimerkiksi suunnitteluprojekteihin.

Tässä opinnäytetyössä menetelmää on sovellettu aikatauluarvioiden tekemiseen.

## 2.3 Parkinsonin laki

Parkinsonin laki yksinkertaisesti sanottuna tarkoittaa, että työ laajenee niin, että se täyttää siihen käytettävissä olevan ajan. Eli mitä enemmän aikaa annetaan tehtävän suorittamiseen, sitä enemmän työtä siihen yleensä käytetään. Projektien läpiviemisen kannalta on tärkeää aikatauluttaa tehtävät riittävän tarkasti, ettei tehtävien suorittaminen veny tarpeettomasti. (Gutierrez & Kouvelis, 1991)

## 2.4 Projektinhallinnan menetelmät

Kun projekti on päätetty aloittaa, pitää projektin toteutumista ja edistymistä myös hallita. Projektissa on usein mukana monia eri tahoja, joilla on projektissa eri roolit. Olli-Pekka Aalto määrittelee tyypilliselle projektiorganisaatiolle kolme eri keskeistä tahoa (Aalto, 2020, s. 34).

Lähtökohtaisesti päävastuu projektin etenemisestä on projektipäälliköllä. Projektipäällikön oleelliset tehtävät voidaan jaotella karkeasti seuraavalla tavalla:

- projektin suunnittelu
- projektiryhmän vetäminen
- asiakassuhteen hoitaminen
- sidosryhmäyhteistyö (Aalto, 2020, s. 34)

Projektipäällikkö siis vastaa projektin organisoinnista. Käytännössä tämä tarkoittaa käytettävissä olevien resurssien hallintaa niin työmäärän kuin kustannuksien osalta, sekä näiden resurssien jatkuvaa seurantaa.

Kokonaisvastuu projektista on projektin omistajalla, joka määrittää koko projektin tavoitteet. Omistajan tukena projektilla voi olla myös ohjausryhmä, jota käytetään isommissa projekteissa luomaan projektin onnistumisen edellytyksiä. (Aalto, 2020, s. 36)

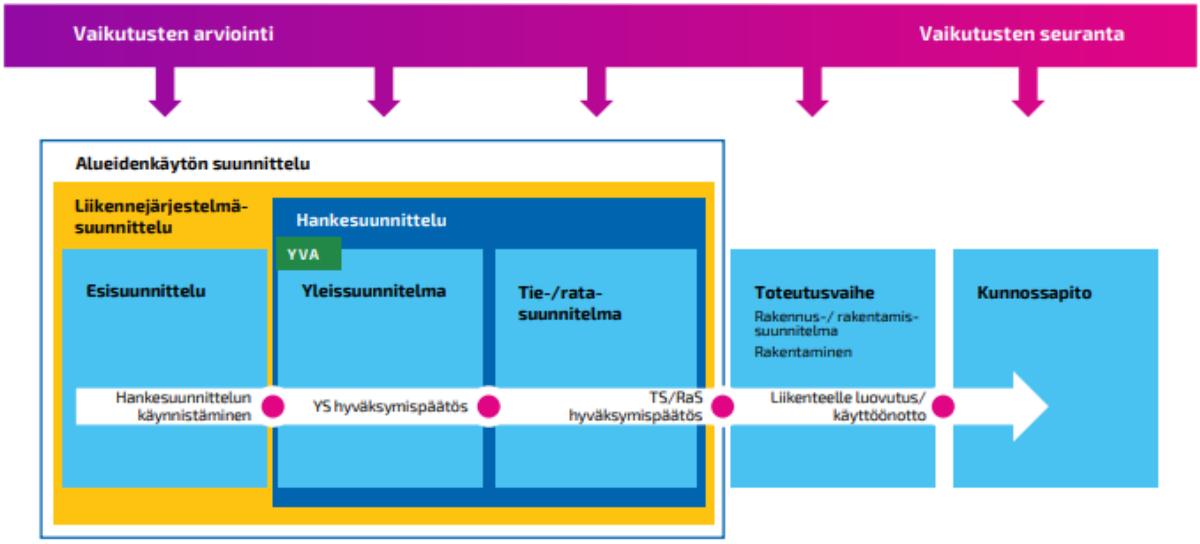
Varsinainen projektin toteutus tapahtuu projektiryhmän toimesta, joka koostuu projektiin tarvittavien asiantuntijoiden ryhmästä. Tämä ryhmä työskentelee suoraan projektipäällikön alaisuudessa. (Aalto, 2020, s. 36)

Projektin onnistumisen tueksi laaditaan myös aina projektisuunnitelma. Projektisuunnitelmassa määritellään vaiheet ja aikataulut, sekä suunnitellaan käytettävissä olevat resurssit. Monesti tähän myös viitataan termillä suunnittelun suunnittelu, jolla projektin toteutus käydään yksityiskohtaisesti läpi ennen varsinaisen työn aloittamista (Aalto, 2020).

# 3 Ratasuunnitelma

Opinnäytetyön fokus on ratasuunnitelman läpiviennissä ja sen helpottamisessa. Ratasuunnitelmalla tarkoitetaan ratalaissa säädettyä suunnitteluvaihetta, ja se tähtää hankkeen toteutukseen. Koska ratasuunnitelmalla määritellään uudet rautatiealueen rajat, vaatii se yksityiskohtaista suunnittelua. Lunastusoikeuden takia ratasuunnitelmavaiheen tärkeimpiä asioita on vuorovaikutus sidosryhmien kanssa. Ratasuunnitelmavaihe tähtää aina rakentamiseen, joten ratasuunnitelmaa seuraa usein rakentamissuunnitteluvaihe. Kuva 2 näyttää suunnitteluprosessin kokonaisuudessaan

Kuva 2. Kuvaus suunnitteluvaiheista (Väylävirasto, 2022)




## 3.1 Ratalaki

Ratalain pykälä 14 § mukaan ratasuunnitelma on laadittava ja hyväksyttävä ennen rautatien rakentamista. Ratasuunnitelmaa ei tarvitse laatia, mikäli hanke on vaikutuksiltaan vähäinen "ja jos hanketta varten ei oteta lisäaluetta taikka jos kiinteistön omistaja tai omistajaan verrattava haltija on antanut kirjallisen suostumuksen lisäalueen ottamiseen". (Ratalaki 110/2007)

Ratalaki määrittää myös ratasuunnitelman sisällön sekä sen oikeusvaikutukset. Sisällön osalta ratalain pykälä 15 § määrittelee ratasuunnitelmaa seuraavasti:

> Rautatien rakentamista koskevassa ratasuunnitelmassa on osoitettava rautatie ja sen sijainti, käyttö eri tarkoituksiin, korkeusasema, poikkileikkaus ja kuivatus niin, että vaikutukset voidaan riittävästi arvioida ja rautatie voidaan merkitä maastoon. Ratasuunnitelmassa osoitetaan suunnitellut eritasoristeykset, tasoristeykset ja kulkuyhteydet. Suunnitelmaan on liitettävä arvio rautatien vaikutuksista sekä esitettävä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen radan rakentamisen tai rautatieliikenteen haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi. (Ratalaki 110/2007)

Hyväksytty ratasuunnitelma antaa oikeuden lunastaa ratasuunnitelmassa määritetyt alueet ja oikeudet pykälän §21 mukaisesti (Ratalaki 110/2007). Varsinaista lunastusprosessia ohjaa lain pykälä 43 §, ratatoimitus.

Ratasuunnitelman tulee olla maakuntakaavan tai oikeusvaikutteisen yleiskaavan mukainen, jotta se voidaan hyväksyä. Asemakaava-alueella ratasuunnitelman tulee lähtökohtaisesti olla voimassa olevan asemakaavan mukainen, tosin vähäiset poikkeukset kaavan ja suunnitelman välillä voidaan sopia myös kunnan sekä muutosta koskevien kiinteistöomistajien kanssa. (Ratalaki 110/2007)

Ratasuunnitelman hyväksyminen tapahtuu Traficomin toimesta. Ennen hyväksymistä viranomaisen on asetettava suunnitelmat nähtäville, jotta sidosryhmät pystyvät esittää suunnitelmiin kommentteja ja huomioita. Nämä voivat myös johtaa suunnitelmien muutoksiin ennen hyväksymistä.

## 3.2 Väyläviraston ohjeistukset ratasuunnitelman laadintaan

Väylävirasto käsittelee ratasuunnitelman laadintaa useissa eri julkaisuissa sekä ohjeissa. Näistä projektinhallinnan näkökulmasta tärkeimmät ovat Ratasuunnitelma, sisältö ja esitystapa (2019), Ratasuunnitelman toimintaohje (2022) sekä Maantie- ja ratahankkeiden lakisääteisten suunnitelmien hallinnollinen käsittely (2021).

Ratasuunnitelman sisältö ja esitystapa -ohje määrittelee ratasuunnitelman tarkoituksen olevan ensisijaisesti lunastusasiakirja (Väylävirasto, 2024). Suunnittelutarkkuuden tulee siis olla sillä tasolla, että rautatiealueen uudet rajat pystytään luotettavasti määrittämään. Ohje

myös määrittää ratasuunnitelmassa yleisesti tuotettavat suunnitelmat ja asiakirjat ja niiden tarkkuustaso.

Ratasuunnitelman toimintaohje listaa yleisesti ratasuunnitelmassa huomioon otettavat asiat sekä suunnitteluvaiheet. Toimintaohjeessa myös kerrotaan tarkemmin eri suunnittelutehtävien sisältöjä. (Väylävirasto, 2022)

## 3.3 Ratasuunnitelman laajuus

Ratasuunnitelma voi tarkoittaa hyvin eri kokoluokan hankkeita. Pienimmät ratasuunnitelmahankkeet koskevat esimerkiksi yksittäisiä tasoristeyksien poistoja ja/tai saneerauksia, ja ne ovat projektina kestoltaan lyhyitä sekä käytettävien suunnitteluresurssien osalta pieniä.

Suurimmat hankkeet sen sijaan ovat valtakunnallisesti merkittäviä, monivuotisia projekteja, jotka työllistävät parhaimmillaan satoja suunnittelijoita eri tekniikkalajeilta. Esimerkiksi Espoo-Salo-oikoradan ratasuunnitelmavaihe on aloitettu vuoden 2022 alussa, ja suunnitelmat ovat valmistuneet vuodenvaihteen 2023–2024 tienoilla. Suunnitelman tilannut Länsirata (ent. Turun tunnin juna) arvioi ratasuunnitelman lainvoiman saamisen sijoittuvan vuoden 2025 alkuun. (Länsirata Oy, n.d.)

Haastatellun ratasuunnittelun projektipäällikön mukaan melko tyypillinen ratasuunnitelmaprojektin kesto vaihtelee 12–15 kuukauden välillä. Arvio ei sisällä suunnitelman hyväksymisprosessia, joka tapahtuu pääosin suunnitteluprosessin jälkeen. Tämä on myös otettu lähtökohdaksi aikataulupohjan suunnitteluun.

## 3.4 Ratasuunnitelman vaiheet ja sisältö

Ratasuunnitelma voi vaihdella sisällöltään merkittävästi projektista toiseen. Ratasuunnitelman toimintaohjeessa on kuvattu koko ratasuunnitelman prosessi oleellisine vaiheineen aina projektin aloittamisesta sen päättämiseen (Väylävirasto, 2022). Ohje määrittää tehtävien lisäksi myös tilaaja- ja konsulttiorganisaatioiden vastuualueet suunnitteluprosessin aikana.

Projektin alkaessa tilaaja on laatinut tehtävänmäärittelyn, joka lähtökohtaisesti noudattaa ratasuunnitelman toimintaohjeen sisältöä. Asiakirjassa määritellään toimeksiantoon kuuluvat

lisäykset ja poikkeukset suhteessa toimintaohjeen tehtäviin. Projektin alussa tilaaja määrittelee yhdessä konsultin kanssa myös suunnitteluperusteet. Suunnitteluperusteilla määritellään hankkeen rajaus sekä halutun laatutason ja teknisen toteutuksen raja-arvot. Suunnitteluperusteissa voidaan myös määritellä poikkeuksia Väyläviraston voimassa olevista suunnitteluohjeista, mikäli hankkeen suunnittelu ja toteutus sitä edellyttää. (Väylävirasto, 2022). Suunnitteluprosessin alussa hankitaan ja käydään läpi oleelliset lähtötiedot, kuten maastonmittaukset, maaperätutkimukset, aikaisemmat suunnitelmat, rata-alueen nykytilanne, alueella voimassa olevat kaavat, ja niin edelleen.

Tämän jälkeen edetään suunnitteluun. Suunnittelun aikana määritellään radan suunniteltu asema maastossa, radan kuivatuksen vaatimat järjestelyt, radan tarvitsemat huoltotieyhteydet ja ratalinjauksen aiheuttamat muutokset katu- ja tiejärjestelyihin. Tunneli-, silta- ja muut taitorakenteet, kuten meluesteet sekä tukimuurit suunnitellaan sillä tarkkuudella, että niille pystytään määrittämään luotettavasti rakenteiden tekninen toteutus, tilantarve sekä kustannukset. Toimintaohje määrittää jokaiselle tekniikkalajille ratasuunnitelmavaiheeseen kuuluvat tehtävät, jotka tulee suunnitella ratasuunnitelmavaiheessa. (Väylävirasto, 2022)

Koko ratasuunnitelman ajan konsultin tulee olla yhdessä tilaajan kanssa vuorovaikutuksessa sidosryhmiin. Osa vuorovaikutuksesta määritellään ratalaissa, osa vuorovaikutustarpeesta tunnistetaan projektin sisällä ja sen aikana suunnittelun edetessä. Yleisiä vuorovaikutustahoja ovat alueen kunnat sekä maanomistajat, joiden kiinteistöjen alueelle rautatietä suunnitellaan. Kuva 3 näyttää ratasuunnitelman vuorovaikutuksen prosessin.

Kuva 3. Prosessikaavio ratasuunnitelman vuorovaikutuksesta (Väylävirasto, 2022, s. 11)

Suunnittelutyön lopuksi suunnitelmat tarkastetaan, ja suunnittelija toimittaa tilaajalle tarvittavat suunnitteluasiakirjat. Suunnitelmat asetetaan nähtäville, joihin sidosryhmät voivat antaa lausuntoja. Tämän jälkeen suunnitelmia voidaan vielä tarkentaa, jonka jälkeen voidaan lähettää hyväksymisehdotus Traficomiin. Ratasuunnitelma projektina päättyy Traficomin hyväksymispäätökseen.

# 4 Työkalun kehittämisen lähtökohdat

Ratasuunnitelmia on tehty Sitowise Oy:n sekä sen edeltäjä Sito Oy:n toimesta kymmeniä. Tänä aikana yrityksen ratasuunnitteluosastolla on ollut useita eri suunnittelijoita sekä projektipäälliköitä. Tehtävissään meritoituneita työntekijöitä on kuitenkin vähän suhteessa tarjolla oleviin töihin nähden.

Työvoimapulaan vaikuttaa myös oleellisesti ratasuunnittelun koulutuksen puute. Tampereen Yliopisto on järjestänyt rautatiesuunnittelu kursseja vuosina 2007, 2011 ja 2022 (Tampereen yliopisto, 2023). Tämän lisäksi Hämeen ammattikorkeakoulu (Hämeen ammattikorkeakoulu, n.d.) sekä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (XAMK, n.d.) tarjoavat alaan liittyviä täydennyskoulutuksia, mutta varsinaista tutkintoon johtavaa koulutusta ei Suomessa ole tarjolla.

Työkalun ja/tai oppaan kehittäminen on koettu tarpeelliseksi etenkin uusien projektipäälliköiden sekä suunnittelijoiden tueksi, joka auttaisi paitsi viemään ratasuunnitelmaprojektia sujuvammin läpi, helpottaisi myös jo tarjousvaiheessa resurssien jakamista kaikkien tekniikkalajien kesken.

## 4.1 Ratasuunnittelun erityispiirteet

Yksi kysymys haastateltaville koski ratahankkeiden erityispiirteitä tekniikka-alojen näkökulmasta. Osa haastateltavista ei tunnistanut ratahankkeissa mitään merkittäviä eroavaisuuksia muiden projektien välillä.

Toiset taas mainitsivat, että rautatiehankkeissa on selkeät erityisyydet, joka tekee rautatieprojekteissa työskentelyn erilaiseksi oman tekniikkalajin näkökulmasta. Etenkin ratageometrian "jäykkyys" tuo omat haasteensa muille tekniikkalajeille. Esimerkiksi tunnelisuunnittelija mainitsi, että rautatietä suunniteltaessa on paljon vähemmän mahdollisuuksia vaikuttaa rautatietunnelin linjaukseen, kuin esimerkiksi tie- ja katuhankkeissa.

## 4.2 Projektien aikatauluhallinta tällä hetkellä

Ratasuunnitelman alkaessa tilaaja ja toimittaja allekirjoittavat sopimuksen, jossa on määritelty tarkemmin ratasuunnitelman alku- ja loppupisteet. Näiden lisäksi sopimukseen kirjataan yleensä myös välitavoitteita, johon mennessä jokin tietty asia pitää olla suunniteltuna.

Haastateltavien mukaan nämä myös pitkälti määrittävät projektin aikataulutusta. Projektista ja tekniikkalajista riippuen nämä saattavat myös olla ainoita aikataulullisia kiintopisteitä, joita suunnittelijoille annetaan.

## 4.3 Suurimmat haasteet

Yksi oleellisista tutkimuskohteista oli löytää käynnissä olevien ja jo valmistuneiden ratasuunnitelmahankkeiden kriittisimmät haasteet ja ongelmakohdat. Suurissa suunnittelukokonaisuudessa työskentelee monta eri tekniikkalajia ja parhaimmillaan kymmeniä suunnittelijoita.

Eräs kokenut projektipäällikkö totesi haastattelussa, että projektin aikatauluhallinnan tulisi lähteä siitä, että projekti pilkotaan tarpeeksi pieniin osiin ja tehtäviin. Tässä hän näkee myös suurimmat haasteet ja kehityskohteet suunnitteluprojektien aikatauluhallinnassa, sillä suunnittelutyössä tämä monesti unohtuu. Monesti sitä pidetään vaikeana tai jopa mahdottomana, koska suunnittelutyö ei ole lineaarinen prosessi, vaan tehtäviä joudutaan tekemään osittain tai kokonaan uudestaan suunnittelutyön aikana.

> Vaikka suunnittelu onkin iteratiivinen prosessi, jossa tehtävän valmiusaste voi muuttua. Voidaan ensin ajatella, että [tehtävän] valmiusaste on 60 prosenttia, tulee joku yllätys, ja me palataan 40 prosentin valmiusasteeseen. (henkilökohtainen tiedoksianto, 8.2.2024).

Tämä kuitenkin kuuluu suunnitteluprosessiin, ja se pitää ottaa huomioon aikataulua laadittaessa. Suunnittelutyötä tulisi pystyä jakamaan pienempiin tehtäviin ja tarkempiin tehtäväketjuihin, vaikka tehtävien valmiusaste voi suunnittelutyön aikana heilua molempiin suuntiin. Tässä epäonnistuminen johtaa monesti siihen, että suunnittelutyön kannalta oleellisia tehtäviä ei osata aikatauluttaa oikein tai ne voidaan jopa unohtaa kokonaan.

Myös vastuualueiden määrittelyssä on joissain isoissa ratasuunnitelma-hankkeissa ollut ongelmia. Hankkeissa on saatettu määrittää yksittäinen henkilö, jolle kuuluu jokin suunnitelmakokonaisuus, jonka vastuualue on laaja. Vastuualueen sisällä ei kuitenkaan ole aina onnistuttu nimeämään muita vastuuhenkilöitä, jotka hallitsisivat pienempiä kokonaisuuksia. Eräs projektipäällikkö kuvasi tilannetta näin:

> Kysymys voi olla tehtävien jaon selkeydestä. Kuka tekee mitäkin ja kuka on vastuussa [mistäkin] ja kenen vastuulla on seurata aikataulua. Eli nämä menevät monesti hieman sekaisin, tai saattavat jäädä epäselviksi. (henkilökohtainen tiedoksianto, 18.12.2023)

Haastatteluissa projektien toistuvaksi haasteeksi nostettiin myös resurssipula. Ongelma ei välttämättä ole suoraan käytettävissä olevien henkilöresurssien määrä, koska haasteeksi koetaan myös ajan puute tehtävien opastukseen. Kokeneet osaajat ovat monesti kiinni useissa eri projekteissa, jolloin heillä on vähemmän aikaa opastaa kokemattomampia suunnittelijoita. Tästä monesti seuraa se, että suunnittelutyön tehokkuus kärsii ja virheiden mahdollisuus kasvaa, joiden korjaamiseen taas menee aikaa. Ongelma korostuu etenkin silloin, jos joku projekti laahaa aikataulustaan perässä, aiheuttaen samalla dominoefektin suunnittelijan muiden hankkeiden osalta.

Ulkoisista haasteista mainittiin lähtötiedot. Etenkin pohjatutkimuksien myöhästyminen on aiheuttanut merkittäviä viivytyksiä suunnitteluhankkeissa. Yksi haastateltava mainitsi, että eräässä projektissa pohjatutkimukset tulivat suunnittelijoille käyttöön vasta projektin loppupuolella. Se voi johtaa yllätyksiin, ja pahimmillaan tarkentunut kuva pohjaolosuhteista voi muuttaa siihen mennessä tehtyjä suunnitelmia merkittävästi.

# 5 Työkalun kehittäminen

Tässä luvussa käydään läpi tarkemmin työkalun kehitysvaiheet. Työkalun kehittämisessä otettiin huomioon paitsi projektinhallinnan teoriaa, myös asiantuntijahaastatteluiden tarjoamaa tietoa.

## 5.1 Työkalun tyypin ja alustan valinta

Aloitin kehittämisen kartoittamalla ensin niitä tarpeita ja toiminnallisuuksia, joita oppaalta tai työkalulta ensisijaisesti kaivataan. Projektipäälliköiden sekä suunnittelijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella työkalu tulisi olla ratasuunnitelman projektipohja, jossa olisi valmiiksi rakennettu ratasuunnitelman aikataulupohja. Haastattelujen perusteella kolme jalostui neljä työkalun suunnittelua ohjaavaa teemaa:

1. Helppokäyttöisyys
2. Integrointi päivittäiseen tekemiseen
3. Kriittisten tehtävien riippuvuussuhteet selkeästi kuvattuna
4. Aikatauluhallinnan helpottaminen

Useat haastateltavat viittasivat työkalun helppokäyttöisyyteen. Eräs projektipäällikkö kuvasi helppokäyttöisyyden tarvetta seuraavasti:

> Paraskin projektinhallinnan työkalu on tasan yhtä hyvä, kuin sen käyttöaste. Jos projektin aikataulu tehdään kerran projektin alussa, ja päivitetään seuraavaksi projektin lopulla, niin ei työkalulla ole ollut juuri mitään virkaa. (henkilökohtainen tiedoksianto, 18.12.2023)

Projekteissa käytettävät aikataulu- ja tehtävienhallinta menetelmät vaihtelevat projektista toiseen: haastateltavien mukaan työkaluina on ollut muun muassa Exceliä, Miro boardia sekä Microsoft Projectia, joissa kaikissa on omat haasteensa. Excel sopii hyvin pieniin

projekteihin, mutta isommissa, useamman tekniikkalajin projekteissa käyttö on koettu kankeaksi. Myös tehtävien riippuvuussuhteita on joko hankala tai lähes mahdotonta määrittää järkevästi. Miro board koettiin kohtalaisen toimivaksi alkuvaiheen aikataululuonnostelun, mutta aikataulun ylläpito ja ajantasaistaminen tuntui monista haastateltavista työläältä, ja haastateltujen asiantuntijoiden kokemuksien mukaan käyttö monesti hiipui projektin edetessä.

MS Project -ohjelmistoon oli projektityössä törmännyt lopulta vain muutama haastateltava, ja nämäkin kokemukset olivat pääasiassa ratahankkeiden ulkopuolelta. Kehuja ohjelmisto sai tehtävien riippuvuussuhteiden kuvaamisesta, risuja taas aikataulun ylläpidon raskaudesta.

Lähtökohtaisesti MS Project koettiin soveltuvan hyvin isoihin projekteihin ja niiden hallintaan. Eräs projektipäällikkö kuvasi kynnystä ohjelmiston käyttöönottoon seuraavasti:

> Se on kuitenkin vähän erilainen softa, niin se vaatii, että se ihminen, joka sitä käyttää niin että se vähän opettelee, miten se toimii. Ja sitten kun se ei tosiaan kaikille ole saatavissa vaan se pitää erikseen hankkia, niin sekin luo kynnyksen sen käyttöönottoon. Ja sitten kun se hyöty tulee ehkä parhaiten esiin just niissä isoissa monimutkaisissa projekteissa missä on paljon [tehtävä]riippuvuuksia. (henkilökohtainen tiedoksianto, 5.12.2023)

Pienissä projekteissa MS Projectilla tehtävien ositukseen kuluisi jo kohtuuton määrä aikaa, eikä käyttö olisi tällöin tarkoituksenmukaista. Myös vain parin suunnittelijan projekti voidaan paljon helpommin ja nopeammin sopia keskenään, jolloin aikataulutukseen ja projektin tehtävien määrittämiseen soveltuu suunnittelijoiden tiivis yhteydenpito.

Haastattelujen perusteella työkalun pohjaksi valinta kohdistui Microsoft Project -ohjelmisto. MS Projectilla pystyy myös tuomaan tehtäviä Microsoft Planneriin, jonka taas pystyy linkittämään Microsoft Teamsiin. Näin eri tehtävät voidaan tuoda helposti jokaisen projektilla työskentelevän ulottuville, ja jokaiselle tehtävälle sekä työvaiheelle pystytään määrittämään tekijä ja tehtäville alustava aikataulu. Tämä myös tuo integraation lähemmäs niin projektipäälliköitä kuin suunnittelijoita Teamsin task ja Planner -työkalujen kautta.

Tavoite aikataulupohjan Planner -integraatiolle asettaa samalla rajoitteita projektipohjan luomiseen. MS Projectissa on runsaasti yksityiskohtaisia ominaisuuksia, jolla projektin tehtäviä, aikatauluja ja kustannuksia voidaan määrittää. Project web ja Planner ovat

ominaisuuksiltaan suppeampia, joten pyrin tehtävien osituksessa ja riippuvuussuhteissa mahdollisimman yksinkertaisiin ratkaisuihin.

## 5.2 Tehtävien ositus

Projekti koostuu aina useista eri tehtävistä, jotka vievät tietyn verran aikaa. Ratasuunnitelmaprojektissa suunnitteluun osallistuu aina useita eri tekniikkalajeja, kuten esimerkiksi rata-, geo, tie- ja ympäristösuunnittelu. Jokainen projekti on kuitenkin erilainen, ja tekniikkalajien määrä ja tehtävät vaihtelevat projekteittain.

Tehtävien määrittelyn tarkkuus osoittautui haastavaksi. Liian laveat määritelmät, kuten esimerkiksi "ratageometrian suunnittelu", eivät tue kovin hyvin projektin aikatauluhallintaa. Työtehtävän kuvaus jää tällöin kovin pinnalliseksi, jolloin on hankalaa määrittää tehtävään oleellisesti liittyviä riippuvuuksia tarkasti. Aikatauluhallinnan näkökulmasta liian lavealle tehtävälle on haastavaa antaa luotettavaa työn keston arviota. Toisaalta liian yksityiskohtaiset määritelmät tekevät tehtävien seurannasta työlästä, jolloin varsinaiseen tehtävien hallintaan kuluu kohtuuttoman paljon aikaa.

Toinen huomioon otettava asia oli valitun ohjelmiston käyttö. MS Projectissa jokainen uusi rivi käsitellään yksittäisenä tehtävänä, jolle voidaan asettaa kesto ja tehtäväriippuvuudet. Tehtäviä voi myös käsitellä kokoelmatehtävinä, jonka alle voidaan niputtaa useampia osatehtäviä.

Tehtävien osituksen tasoon ei löytynyt suoraa vastausta asiantuntijahaastattelujen perusteella. Osalle riitti välitavoitteisiin perustuva karkea aikataulu, osa taas kaipaisi tarkempaa tehtävien määrittelyä ja ositusta. Hankalaksi tehtävien osituksesta tekee myös suunnittelun iteratiivinen luonne, jossa samoja tehtäviä voidaan joutua tekemään uudestaan kauan sen jälkeen, kun tehtävän on oletettu olevan jo valmis.

Hankkeen ositus (engl. Work Breakdown Strtucture) on projektinhallinnassa yleisesti käytetty tapa jakaa tehtäviä järkevämpiin kokonaisuuksiin. Tyypillinen tapa jakaa tehtäviä osiin on käyttämällä 8–80-sääntöä (Project Management Research Institute, n.d.): alle 8 tuntia vievää työtehtävää ei kannata listata erikseen, vaan se olisi hyvä liittää johonkin suurempaan kokonaisuuteen. Yli 80 tuntia vievä tehtävä taas on liian iso yksittäinen palanen, joka tulisi jakaa pienempiin osiin.

Aikataulupohjassa osituksesta on pyritty tekemään mahdollisimman helposti ymmärrettävä. Jokaiselle ratasuunnitelmaan yleisesti osallistuvalle tekniikkalajille on tehty omat osionsa, jotka on jaettu pienempiin koontitehtäviin ratasuunnitelmassa yleisesti toistuvien tehtävien mukaan. Ositus on kuitenkin tehty siten, että jokainen tekniikkalaji joutuu täydentämään aikataulupohjaa uuden ratasuunnitelman alkaessa.

Lähtötiedot on laitettu omaksi tehtäväkokonaisuudeksi, joka toimii samalla lähtötietojen tarkastuslistana. Osa lähtötiedoista toimitetaan sellaisinaan tilaajan toimesta tai projektin alueella olevilta kunnilta ja kaupungeilta, kuten ajantasaiset kaavat ja pohjakartat. Suunnitteluryhmältä nämä saattavat vaatia esimerkiksi koordinaattimuutoksia, mutta näistä ei ole tehty erikseen alatehtäviä. Osalle lähtötiedoista on kuitenkin asetettu kestoja ja alatehtäviä, kuten esimerkiksi maastomallin luominen. Kuvassa 4 on näytetty tehtävien osituksen pohja koontitehtävineen.

Kuva 4. esimerkki koko projektin tehtäväpohjasta

Varsinaisen suunnitteluosuuden olen jakanut kolmeen eri alalajiin: suunnitteluun, mallintamiseen sekä piirustustuotantoon. Nämä voivat monesti tarkoittaa samaa asiaa, ja

suunnittelijasta ja/tai tekniikkalajista riippuen nämä voivat olla myös päällekkäisiä teemoja. Jaolla pystytään kuitenkin ositella tehtäviä pienempiin palasiin.

Jaottelu on tehty hieman eri tavoin eri tekniikkalajien osalta. Ratasuunnittelun tehtävät on jaettu alla olevan kuvan 5 mukaisesti:

Kuva 5. esimerkki radan tehtävien jaosta

- **Rata**
  - **Ratageometria**
    - **Vaakageometria**
      - Esimerkkiväli 1
      - Esimerkkiväli 2
    - **Pystygeometria**
      - Esimerkkiväli 1
      - Esimerkkiväli 2
    - Raiteenvaihtopaikat
    - Ratapihat / sivuraiteet
    - **Ratageometria valmis**
  - **Poikkileikkaus**
    - Radan rakenteen määrittäminen
    - Tyyppipoikkileikkauksen määrittäminen
  - **Kuivatus**
    - Kuivatusperiaatteiden määrittely (pääkuivatussuunnat)
    - Kuivatussyvyyden määrittely
    - Sivuojat
    - Laskuojat
    - Salaojat
    - **Rumpusuunnittelu**
      - Rumpujen sijainnit
      - Rumpujen virtaumamitoitukset
  - **Mallinnus**
    - **Ratamallit**
      - Pengerlevitykset
      - Kallioleikkaukset
      - Siltapaikkojen rajaus
      - Tunnelit
      - Radan pohjan muotoilu
  - **Aluerajat**
    - Uusi rautatiealueen raja
    - Lr-alueen rajat
    - Lunastusalueet
  - **Johtosiirrot**
    - Johtosiirtojen tarpeiden määrittely
    - Johtosiirtojen suunnittelu

Suunnittelu ja mallinnus löytyvät tehtäväpohjasta omina osioinaan. Suunnittelua tehdään monesti mallintamalla, esimerkiksi radan sivuojien tarkempi suunnittelu tehdään monesti

ratamalleja muokkaamalla. Tehtävien osittelussa pyrin kuitenkin välttämään päällekkäisiä tehtäviä, joten osa mallinnustehtävistä on sijoitettu suunnittelutehtävien alle.

Piirustustuotanto lisätty jokaiselle tekniikkalajille erikseen. Valtaosa piirustustuotannon tehtävistä on merkitty välitavoitetehtäviksi, jotka valmistuvat niihin liitettyjen suunnittelutehtävien valmistuttua.

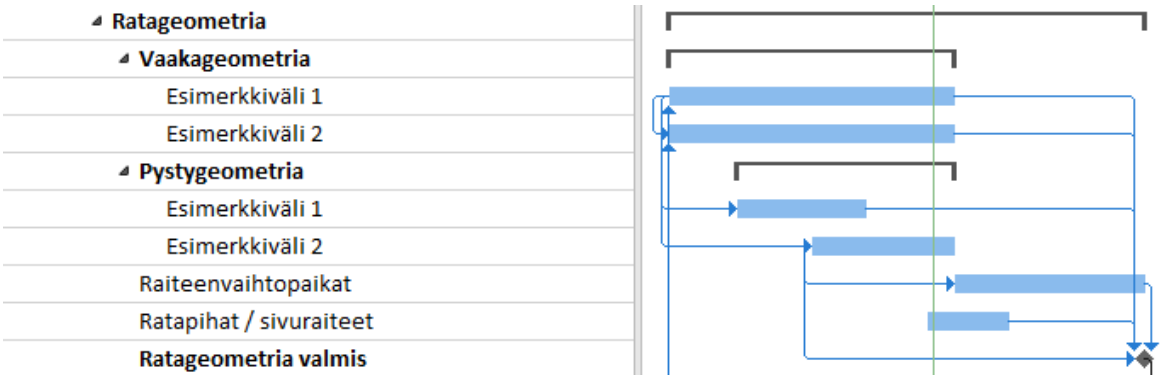
Eri tekniikkalajeilla tehtävien ositus koontitehtäviin on järkevämpää tehdä eri tavalla. Siltasuunnittelussa suurin osa tehtävistä on määritelty aina yksittäisen siltakohteen alle. Aikataulupohjaan on tehty esimerkkipohja yksittäiselle siltasuunnittelukohteelle, jota voi projektikohtaisesti monistaa tarpeen mukaan. Samaa periaatetta sovelletaan myös tie- ja katusuunnitteluun, jotka monissa ratasuunnitelmissa koostuvat yksittäisistä kohteista pitkän ratalinjan varrella.

## 5.3 Tehtävien riippuvuussuhteiden määrittäminen

Yksi opinnäytetyön oleellisimmista asioista oli saada aikataulupohjaan rakennettua tyypillisimmät ratasuunnitelmassa esiintyvät tehtävät ja niiden riippuvuudet kaikilta ratasuunnitelmaan tyypillisesti osallistuvilta tekniikkalajeilta. Jokainen projekti on erilainen, mutta suunnittelutyössä yleensä toistuu tietyt tehtäväketjut. Monistettavissa oleva, ratasuunnitelmissa yleisesti toistuva kriittinen polku helpottaisi projektin suunnittelua, eikä projektin aikataulutusta tarvitsisi aina aloittaa alusta.

MS Projectin tärkeimpiä ominaisuuksia on juuri tehtävien riippuvuuksien määrittäminen. Tehtävien osituksessa pyrin helposti ymmärrettävään kokonaisuuteen ja selkeästi jaettuihin koontitehtäviin. Koontitehtävien linkittäminen MS project -sovelluksessa onnistuu, mutta se ei ole suositeltavaa tehtäväriippuvuuksien esittämiseen liittyvien haasteiden takia. Tässä vaiheessa totesin, että aikataulupohjaan olisi järkevää luoda erilaisia välitavoitetehtäviä, jotka toimisivat valmiina solmuina uusia tehtäviä määritellessä. Esimerkiksi ratageometrialle loin "ratageometria valmis" välitavoitetehtävän, joka kokoaa kaikki radan geometriasuunnittelun tehtävät yhden tehtävän taakse kuvan 6 mukaisesti.

Kuva 6. esimerkkikuva välitavoitetehtävästä




Tällä pystytään helpottamaan tehtävien lisäämistä valmiiseen pohjaan, sillä uudet tehtävät voidaan linkittää parhaimmillaan merkkipaalutehtävästä toiseen.

Lähes jokainen haastateltava painotti lähtötietojen tärkeyttä missä tahansa suunnitteluprojektissa. Lähtötietojen saatavuus heti hankkeen alkuvaiheessa on elintärkeää projektin aikataulun pitävyyden kannalta. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat pohjatutkimukset, joiden merkittävyyttä painottivat etenkin geo- ja ympäristösuunnittelun asiantuntijat.

Geosuunnittelun näkökulmasta pohjatutkimukset ovat kriittisiä, sillä suunnittelu ei voi käynnistyä ilman luotettavia tietoja pohjaolosuhteista. Ympäristösuunnittelu taas kaipaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tietoja muun muassa pilaantuneista maa-aineksista ja happamista sulfaattimaista, joiden käsittely ja sijoittaminen on luvan alaista toimintaa. Näiden toimenpiteiden suunnittelu tulisi aloittaa hyvissä ajoin, sillä tietojen saapuminen vasta projektin loppupuolella voi vaikuttaa merkittävästi projektin valmistumiseen ja johtaa jopa suunnitteluratkaisujen muutoksiin.

Lähtötietojen laatu on saatavuuden ohella toinen kriittinen asia, jota painotettiin haastatteluissa. Jos esimerkiksi mittaustiedot ovat heikot tai puutteelliset, joudutaan näitä ryhtyä tilaamaan erikseen projektin jo käynnistyttyä.

Hyvin oleellista on myös käyttää riittävästi aikaa lähtötietojen analysointiin. Erään projektipäällikön mukaan kaikilla vanhoilla suunnitelmilla hankkeen suunnittelualueelta on iso merkitys. Esimerkiksi pohjatutkimuksia on monesti jo saatavilla edellisistä suunnitelmavaiheista tai aikaisemmista hankkeista.

> " Ne on tosi tärkeitä ne vanhat tutkimukset, kun ne ei sinällään ole mitenkään vanhentuneet. Se olosuhde on pysynyt siellä samana, mutta voi olla, että on

> tehty uusi ratapenger ja se on painunut. Vaikka kyseessä on savikko niin se on niinku vähän konsolidoitunut ja on tullut vähän lujemmaksi, mutta se kaikki historia on hyvä suunnittelussa, että pystyy arvioimaan, että mikä siellä on se tilanne". (henkilökohtainen tiedoksianto, 1.4.2024.)

Haastateltavat kokivat, että lähtötietojen analysointiin käytetty aika maksaa itsensä takaisin moninkertaisesti suunnittelun edetessä. Yhtä lailla lähtötietojen analysointi vaikuttaa esimerkiksi ratasuunnitteluun. On tärkeää ymmärtää suunnittelukohteen nykytilanne, mitä edellisissä suunnitteluvaiheissa on tehty, ja miksi.

Lähtötietojen analysointia tulee tehdä sekä tekniikkalajin sisällä, että koko projektiryhmän kesken. Suunnittelua kuitenkin voidaan myös karkealla tasolla aloittaa ennen kuin kaikki lähtötieto on perattu. Ratasuunnittelu voi ryhtyä hahmottelemaan alustavaa ratageometriaa, kunhan haluttu nopeustaso on tiedossa. Jos suunnitellaan uutta raidetta nykyisen radan viereen, tarvitsee ratasuunnittelu kuitenkin geosuunnittelulta tietoa kohteen pohjaolosuhteista. Vasta sen jälkeen pystytään lukitsemaan raideväli, jolla suunnittelua voidaan viedä eteenpäin.

Jokaisella tekniikkalajilla on kriittisiä suunnitteluvaiheita, jotka vaativat aina toiselta suunnittelualalta jo jonkin verran edistämistä. Alkuvaiheen kriittinen suunnittelun etappi on radan alustavan geometrian saaminen paikalleen. Tätä ilman ei oikeastaan mikään muu tekniikkalaji voi edetä suunnittelussaan kovin pitkälle: ympäristösuunnittelu kaipaa tietoa radan linjauksesta esimerkiksi melulaskentojen suorittamiseen, geosuunnittelu tarvitsee tietoja radan suunnitellusta asemasta täydentävien pohjatutkimusohjelmien tekemiseen, tie- ja siltasuunnittelu ei voi edetä radan ylittävien tai alittavien tie- ja katuyhteyksien suunnittelussa ilman tietoa radan asemasta, ja niin edelleen.

Ratasuunnitelman alkuvaiheessa tehty ratageometria ei kuitenkaan ole muuttumaton lähtötieto muille tekniikkalajeille, vaan sitä on pystyttävä muuttamaan myös suunnittelun edetessä, mikäli ratageometriaa muuttamalla kyetään löytämään kokonaisvaltaisesti parempi suunnitteluratkaisu. Tämä iteratiivinen malli tekee tehtävien ketjutuksesta paikoitellen haastavaa etenkin projektin aikatauluhallinnan kannalta, kun joidenkin tehtävien osalta joudutaan palaamaan välillä pitkiäkin matkoja taaksepäin suunnittelun valmiusasteessa.

Projektipohjaan on siksi lisätty monien tekniikka-alojen osalta luonnosteluvaiheita. Kokeneen siltasuunnittelijan mukaan esimerkiksi siltoja ei kannata kovin pitkälle vielä suunnitella projektin alkuvaiheessa, sillä sekä rata- ja tiegeometriat saattavat muuttua vielä paljonkin

suunnitteluprosessin aikana. Kuitenkin esimerkiksi rata- ja tiesuunnittelijat tarvitsevat jo alustavaa tietoa välitukien mahdollisista paikoista tai siltakannen paksuudesta. Taitorakennesuunnittelua voidaan siis aloittaa alustavalla tasolla jo tiedossa olevien lähtötietojen mukaan, kuten esimerkiksi rautatien suunnitellun nopeuden ja alittavien tai ylittävien tie- ja katuyhteyksien tarpeen mukaan.

Ratasuunnitelmaprojektissa on aina osana myös ammattiryhmiä, joilla ei ole suoria tehtäväriippuvuuksia varsinaiseen suunnitteluun. Riskienhallinta on tärkeä osa suunnitteluprosessia, jolla pyritään ennakoimaan niin suunnittelun kuin rakentamisen aikaisia riskejä, ja keksiä toimenpiteitä riskien hallitsemiseksi. Haastatellun riskienhallinnan asiantuntijan mukaan tämä prosessi kulkee kuitenkin suunnitteluprosessin taustalla, eikä sillä ole suoria vaikutuksia tehtävien keskinäisiin riippuvuuksiin.

Viestintäryhmä vastaa projektin kommunikoimista sidosryhmien kanssa, ja järjestää esimerkiksi yleisötilaisuudet yhdessä tilaajan kanssa. Myös viestintäryhmä tekee työtään taustalla, eikä sillä ole suoria vaikutuksia suunnittelutehtävien riippuvuuksiin. Tämän takia viestinnän ja riskienhallinnan tehtäviä ei ole lisätty aikataulupohjaan.

## 5.4 Tehtävien keston määrittäminen

Tehtävien keston arvioiminen osoittautui yllättävän haastavaksi. Koska ratasuunnitelman tyypillinen kesto on monesti noin 12–15 kuukautta, on malliprojektin projektipohjan kestoksi oletettu noin vuosi. Eri tehtävien arvioidut kestot on pyritty jakamaan ikään kuin prosenteiksi, jota voisi aina projektikohtaisesti skaalata suunnittelutoimeksiannon keston mukaan. MS Project ei kuitenkaan anna suoraan mahdollisuudeksi määritellä tehtävien kestoja prosentteina projektin kokonaiskestoon nähden. Ohjelmistolla tehtävien kesto määritetään joko minuutteina, tunteina, viikkoina tai kuukausina. Projektipohjaan valitsin tehtävien kestojen esittämiseen päivinä, joka istuu hyvin 8–80 sääntöön.

Aikataulupohja on tarkoitettu lähtökohdaksi uuden ratasuunnitelman aloittamiseen, joten 8–80-säännön soveltaminen ei ole koko ajan mahdollista projektipohjan luomisessa, eikä edes tarkoituksenmukaista. Jokainen uusi projekti pitää osittaa tarkemmin projektin alkaessa suunnittelutehtävän ominaispiirteiden mukaan. Tästä syystä esimerkiksi ratageometrian suunnittelun jakaminen kestoltaan alle 80 tunnin osatehtäviin ei ole järkevää aikataulupohjassa, vaan se tulee tehdä aina hankekohtaisesti.

Valtaosa arvioista perustuu haastatteluissa saatuihin asiantuntija-arvioihin. Osalla tekniikkalajeista on olemassa valmiita niin sanottuja tehtäväkortteja, joissa on listattu paitsi tiettyyn suunnittelutehtävään kuuluvat vaiheet, myös ohjeellinen kesto. Osa haastateltavista toi kuitenkin esille, että absoluuttisen työmääräarvion tekeminen edes yleisellä tasolla on hankalaa, sillä jokaisessa projektissa on eri haasteet ja eri suunnittelijat vaihtelevine kokemustasoineen.

Monesti tehtävien työmäärät ja kestot arvioidaan ennakkoon jo tarjousvaiheessa suunnittelukohteen oletetun hankaluuden mukaan. Työmääräarvio vaikuttaa suoraan laaditun tarjouksen hintaan ja luvattuun aikatauluun.

Ratasuunnittelun osalta pyrin löytämään keskiarvokestoja eri ratasuunnittelun tehtäville sekä valmistuneista projekteista, että vielä käynnissä olevista ratasuunnitelmahankkeista. Referenssiprojekteiksi valikoitui neljä ratasuunnitelmaa, jotka ovat vertailukelpoisia keskenään sekä laajuuden että aikakauden mukaan. Aikaisemmin tehdyt ratasuunnitelmat on tehty eri suunnitteluohjelmistolla, eivätkä siten sovellu vertailuun etenkään mallinnustöiden osalta.

Ongelmaksi osoittautui tuntikirjausten tapa, joka vaihtelee jonkin verran projektien välillä. Osassa projekteista tuntikirjaukset on tehty yhdelle osaprojektille vaihtelevin kuvauksin, jolloin tehtyjen työtuntien osittaminen eri tehtäville osoittautui joko hankalaksi tai mahdottomaksi.

Päädyin lopulta lähestymään ratasuunnitteluun vaadittavaa aikamäärettä hanketyyppien vertailun avulla. Sain käyttööni neljän ratasuunnitelman kaikki ratasuunnitteluun kirjatut tunnit jokaiselta suunnittelijalta. ja jaoin projektikohtaisesti suunnittelualueen kilometrimäärällä.

Esimerkki:

**Hanke A**

- suunnittelualue: 20 kilometriä
- ratasuunnitteluun käytetyt tunnit: 2500
- suunnitteluun käytetty aika per km: 125 tuntia

**Hanke B**

- suunnittelualue: 15 kilometriä
- Ratasuunnitteluun käytetyt tunnit: 2000

- suunnitteluun käytetty aika per km: ~133 tuntia

Esimerkeissä on käytetty viitteellisiä arvoja, eikä tässä työssä esitetä aineistosta saatuja tarkempia tuntiarvioita. Käynnissä olevissa hankkeissa ratasuunnitteluun oli analysointihetkellä likimäärin saman verran tunteja. Ratasuunnitelmat ovat myös suunnittelualueen pituudeltaan lähellä toisiaan, noin 21 ja 25 kilometriä. Jo valmistuneet suunnitelmat olivat suunnittelualueen pituudeltaan noin 11 ja 32 kilometriä. Näissä käytetyt tunnit kilometreittäin erosivat hieman toisistaan, mutta antoivat tehtävien kestojen määrittelyyn riittävästi osviittaa.

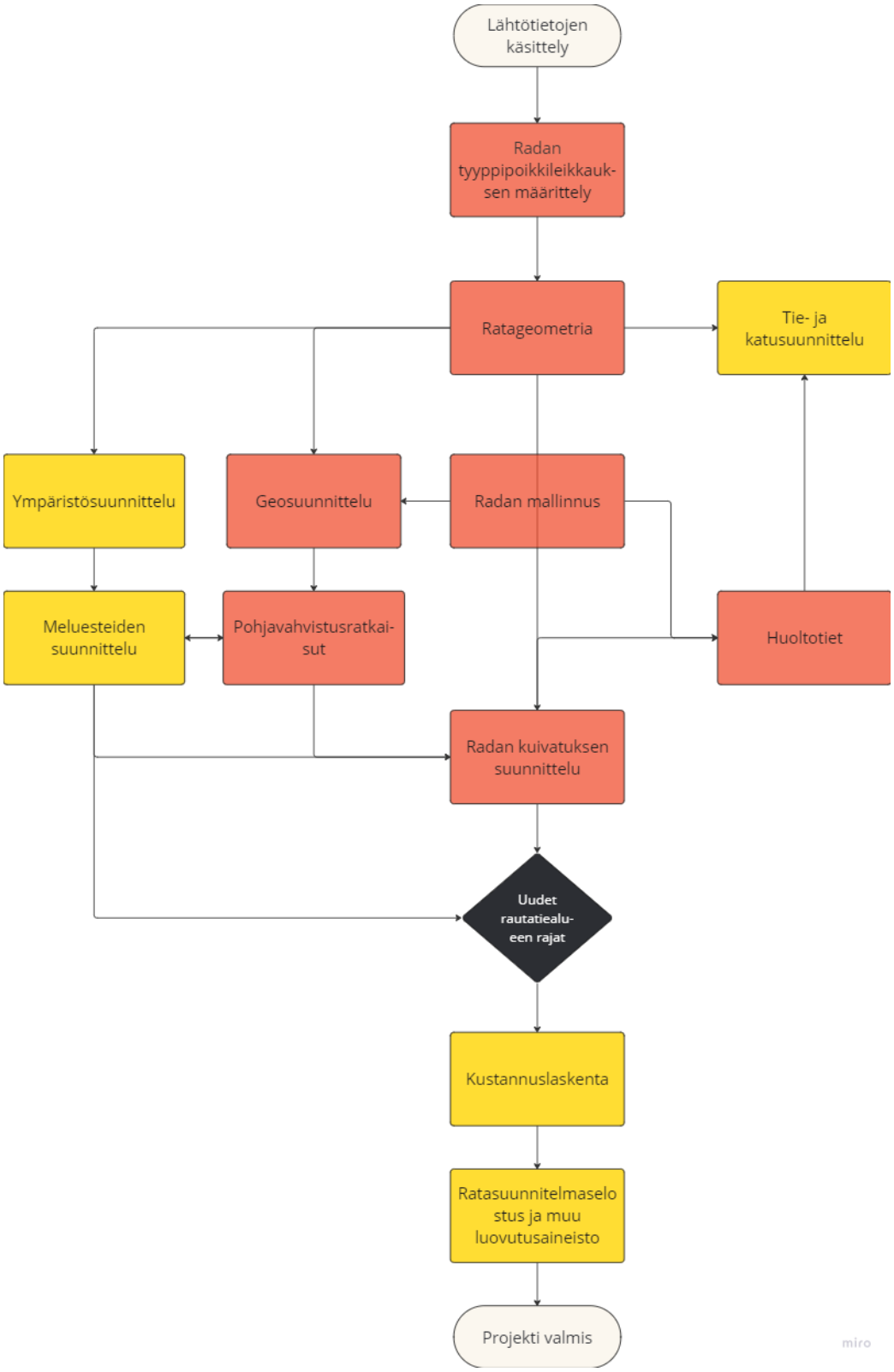
Menetelmä on karkea, sillä se sisältää kaikki ratasuunnitteluun käytetyt työtunnit. Se ei suoraan kerro yksittäisiin tehtäviin käytettyä työaikaa, mutta se havainnollistaa ratasuunnitelmaan käytettyjen ratasuunnittelun tuntien määrän. Näiden pohjalta kysyin ratasuunnittelijoilta arviota, kuinka pitkään kussakin projektissa on käytetty aikaa kuhunkin tehtävään. Näiden arvioiden sekä omien ratasuunnittelun kokemuksien pohjalta sain määriteltyä ratasuunnittelun eri tehtävien kestoille arvioita aikataulupohjan tavoiteaikatauluun sopivaksi.

Haastattelussa yksi projektipäällikkö toi esiin, että etenkin kriittisten tehtävien väliin olisi hyvä laittaa puskuriksi muutama ylimääräinen päivä. Siten saadaan helpotettua aikataulupainetta, eikä ohjelmisto herjaa heti myöhässä olevista tehtävistä. Tämä on pyritty lisäämään aikataulupohjaan välitavoitetehtävistä alkaviin jatkotehtäviin muutaman päivän viiveenä.

# 6 Lopputulos

Ratasuunnitelman aikataulupohjaan on saatu lisättyä suurin osa ratasuunnitelmaan kuuluvista kriittisistä tehtävistä tehtäväriippuvuuksineen ja työaika-arvioineen. Työn päämääränä on ollut keskittyä aikataulupohjan luomiseen ratasuunnittelun näkökulmasta, ja se näkyy lopputuloksessa eri tarkkuustasona ratasuunnittelun osalta. Aikataulupohjasta kuitenkin löytyy niin sanottu kriittinen polku, joka kattaa koko ratasuunnitelmaan vaadittavat kriittiset tehtävät. Kuvassa 7 näytetään hyvin suppea, ratasuunnittelijan näkökulmasta kuvattu kriittinen polku ratasuunnitelman toteutumisen ehdoiksi.

Kuva 7. kriittinen polku ratasuunnitelmassa ratasuunnittelijan näkökulmasta




Todellisuudessa kriittinen polku on huomattavasti pidempi, ja kattaa huomattavasti useamman tekniikkalajin, kuin kuvassa on nyt esitetty. Tässä työssä esitettyyn kriittiseen

polkuun on otettu oleellisia rautatiealueen rajoja määrittäviä tekijöitä, mutta ei suinkaan kaikkia rautatien tilavarauksiin vaikuttavia tekijöitä.

## 6.1 Kehityskohteet ja jatkotoimenpiteet

Aikataulupohja on tehty ratasuunnitelman projektipohjaksi ja lähtökohdaksi, jonka kehittämistä on tarkoitus jatkaa opinnäytetyön valmistumisen jälkeen. Oleellisimpia kehityskohteita on osittaa muiden kuin ratasuunnittelun tehtäviä tarkemmalla tasolla.

Toinen oleellinen kehityskohta on aika-arvioiden tarkentaminen. Se vaatii projekteissa tarkempaa tehtäväkohtaista työajan seurantaa ja tilastointia, jotta työtehtävien keston arviointiin olisi käytössä myös dataa pelkän asiantuntija-arvion tueksi.

Yksi haastateltavista projektipäälliköistä mainitsi aikataulupohjan olevan tärkeä työkalu esimerkiksi ratasuunnitelman tarjousta laadittaessa. Nykyisellään aikataulupohja antaa vakio arvon työmäärästä noin vuoden pituiselle ratasuunnitelmaprojektille. Sitä varten olisi hyödyllistä kehittää aikataulupohjan tueksi työkalu, jolla voisi arvioida tarjottavan ratasuunnitelman vaikeusastetta, joka skaalaisi työmääräarviota vaikeusasteen mukaan.

Jatkotoimenpiteinä on tarkasteltava aikataulupohjan linkittäminen Microsoft Teamsiin ja sen käytännön toiminta. Teknisten haasteiden takia tätä toiminnallisuutta ei tässä opinnäytetyössä päästy tarkastelemaan, vaikka se oli yksi tärkeimmistä syistä MS Project -ohjelmiston valintaan.

MS Projectin käyttöönotto vaatii myös jonkun verran opettelua ja koulutusta. Etenkin projektinhallinnasta vastuussa olevat projektipäälliköt ja projekti-insinöörit tarvitsevat perehtymistä ohjelmiston ominaisuuksiin, jotta siitä voidaan saada kaikki hyöty irti.

Koska työn rajauksena on käytetty Sitowisen palvelualoja, puuttuu työstä kokonaan rautatiesuunnittelun oleelliset tekniikkalajit, turvalaite- ja sähköratasuunnittelu. Tulevaisuudessa on tärkeää lisätä myös näistä tekniikkalajeista omat osionsa tehtäväriippuvuuksineen, jotta aikataulupohjasta saadaan mahdollisimman kattava.

Työkalua ei päästy testaamaan projektityössä, sillä käynnissä olleet ratasuunnitelmat olivat työn alkaessa jo loppusuoralla. Aikataulupohja on tarkoitus ottaa käyttöön ratasuunnittelun projekteissa. Aikataulupohja ei kuitenkaan sellaisenaan sovellu esimerkiksi

yleissuunnitelman pohjaksi, jossa suunnittelun tarkkuustaso on matalampi. Työkalusta on tarkoitus kehittää jatkossa myös eri suunnitteluvaiheisiin sopivat versiot.

## 6.2 Pohdintaa

Monilla haastateltavilla oli erilaisia kokemuksia projektinhallinnasta suunnittelijan ja/tai projektinhallinnan ominaisuudessa. Tuntuikin välillä, että erilaisia mielikuvia projektityöstä on lähes yhtä monta, kuin projektityöhön osallistunutta työntekijää.

Siksi myös aikataulun- ja projektinhallinnan työkalujen tarpeet tuntuivat olevan monilla haastateltavilla hieman erilaisia. Onkin tärkeää huomioida aikataulupohjaa rakentaessa, että kaikille sopivaa työkalua on mahdotonta tehdä.

Sekä haastateltavien että omien kokemuksieni perusteella projektinhallinnassa aikataulua helpottavat työkalut ovat juuri niitä: aikataulunhallinnan helpottamista. Valmis aikataulupohja ei tee autuaaksi, ja projektinhallinta vaatii jatkuvaa työtä ja seurantaa.

Loppujen lopuksi onnistunut projekti vaatii toteutuakseen vastuunkantoon kykenevän projektiryhmän. Projektipäälliköllä on aina lopullinen vastuu projektin onnistumisesta, mutta hyvin kasattu työryhmä voi omalla toiminnallaan auttaa merkittävästi projektipäällikön taakkaa. Eräs haastateltava projektipäällikkö kuvasi hyvän projekti-insinöörin/assistentin olevan kultaakin arvokkaampi osa projektinhallintaa. Hyvä aikataulupohja nopeuttaa projektiin organisoitumista ja suunnittelun suunnittelua, sekä auttaa yleisesti aikataulunhallintaa. Toinen haastateltava kokenut projektipäällikkö totesi projektinhallinnasta siten, että lopulta projektinhallintaan valittu työkalu itsessään ei ole tärkeä, vaan oleellisempaa on projektin aikatauluhallinnan säännöllinen tekeminen. Sen tekemättä jättäminen onkin suurin yksittäinen uhka projektin aikataulun toteutumiselle, oli käytössä minkälainen työkalu tahansa.

# Lähteet


Aalto, O.-P. (2020). *Infrarakentamisen laatu.* Rakennustieto Oy.

Flyvbjerg, B. (2014). What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview. *Project Management Journal*, 14.

Flyvbjerg, B. (2023). *How Big Things Get Done.* Macmillan.

Gutierrez, G. J.;& Kouvelis, P. (1991). Parkinson's law and its implications for project management. *Management Science*, 990-1001.

Hämeen ammattikorkeakoulu. (n.d.). *HAMK laajentaa raideliikenteen täydennyskoulutustarjontaa*. https://www.hamk.fi/hamk-laajentaa-raideliikenteen-taydennyskoulutustarjontaa/

Lovallo, D.;& Kahneman, D. (Heinäkuu 2003). *Delusions of Success: How Optimism Undermines Executives' Decisions.* https://hbr.org/2003/07/delusions-of-success-how-optimism-undermines-executives decisions

Länsirata Oy. (n.d.). *Hankkeen aikataulu*. https://www.tunninjuna.fi/tietoa-hankkeesta/hankkeen-aikataulu/

Mäntyneva, M. (2016). *Hallittu Projekti.* Helsinki: Kauppakampari.
Project Management Research Institute. (n.d.). *Checklist for Work Breakdown Structure – WBS*. https://pmri.in/work-breakdown-structure/

Suomen oikeusministeriö. (2007). *Finlex.* https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110#L2P14

Tampereen yliopisto. (toukokuu 2023). Suosittu rautatiesuunnittelun koulutuskokonaisuus vastaa alan osaajapulaan: https://www.tuni.fi/fi/arkisto/ajankohtaista/Rautatiesuunnittelun-koulutuskokonaisuus-vastaa-

alan-osaajapulaan

Väylävirasto. (toukokuu 2021). *Maantie- ja ratahankkeiden lakisääteisten suunnitelmien hallinnollinen käsittely* https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_202113_lakisaateisten_suunnitelmien_web.pdf

Väylävirasto. (maaliskuu 2022). *Ratasuunnitelman toimintaohje.* https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-24_ratasuunnitelma_toimintaohjeet_web.pdf

Väylävirasto. (Helmikuu 2024). *Ratasuunnitelma, sisältö ja esitystapa.* https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2024-06_ras_sisalto_esitystapa_web.pdf

XAMK. (n.d.). *RAUTATIETEKNOLOGIAN OSAAJA*. https://www.xamk.fi/avoimen-amkn-kurssit/rautatieteknologian-osaaja-30-op/

## Liite 1. Haastattelukysymykset

### Teemahaastatteluissa käytetty kysymysrunko

- Mitä erityispiirteitä ratasuunnitelmassa on? (esimerkiksi verrattuna omaan tekniikkalajiin/verrattuna yleissuunnitelmaan tai rakentamissuunnitelmaan?)
- Mikä/mitkä asiat ovat osoittautuneet haastavimmiksi projektin läpiviennin kannalta
- Mikä on tähän asti onnistunut hyvin?
- Mitkä ovat aikataulukriittisimmät tehtävät tekniikkalajeittain
- Mitä haasteita on ollun eri tekniikkalajien yhteensovituksissa (projektinhallinnan näkökulmasta)
    - Entä suunnittelijan näkökulmasta?
- Minkälainen projektin aikataulupohjan tulisi mielestäsi olla?
- Miten se palvelisi parhaiten projektin läpivientiä