

## Raiteenmittausmenetelmän kehittäminen Mitta Oy:ssä

Vuori Hanna

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Maanmittaustekniikka

2021

Tekniikan ja liikenteen ala  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Hanna Vuori	2021
<b>Ohjaaja</b>	Jaakko Lampinen	
<b>Toimeksiantaja</b>	Mitta Oy	
<b>Työn nimi</b>	Raiteenmittausmenetelmän kehittäminen Mitta Oy:ssä	
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	36	

---

Opinnäytetyön lähtökohtana oli esitellä uusi raiteenmittausmenetelmä ja raiteenmittausta yleisesti sekä siihen vaikuttavia tekijöitä. Työ toteutettiin Mitta Oy:n toimeksiannosta. Työssä myös analysoitiin uutta raiteenmittausmenetelmää. Tämä toteutettiin vertailemalla uutta raiteenmittausmenetelmää vanhaan raiteenmittausmenetelmään. Analysointiin käytettiin SWOT-analyysia. Työssä vertailtiin sen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia sekä uhkia.

Työssä esiteltiin myös uuden raiteenmittausmenetelmän käyttöönottosuunnitelma, jossa suunnitellaan menetelmän käyttöönotto Mitta Oy:ssä. Menetelmä otetaan käyttöön asteittain hyödyntäen PCDA-sykliä. Syklin vahvuuksia ovat sen jatkuvan kehittämisen malli. Käyttöönottosuunnitelmassa tutkitaan nykytilannetta ja käyttöönoton mahdollisia vaikeuksia, sekä miten se tulisi toteuttaa.

Työssä pohdittiin myös uuden raiteenmittausmenetelmän vaikutusta työjärjestelyihin ja roolien jakamiseen sekä sen vaikutusta työmotivaatioon.

Avainsanat: Raiteenmittaus, mittausmenetelmä, kehitysmenetelmä, SWOT-analyysi

Technology, Communication and  
Transport

Degree Programme in Land  
Surveying

Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Hanna Vuori	2021
<b>Supervisor</b>	Jaakko Lampinen	
<b>Commissioned by</b>	Mitta Oy	
<b>Subject of thesis</b>	Developing a railway measuring system in Mitta Oy	
<b>Number of pages</b>	36	

---

The purpose of this thesis was to introduce a new railway measuring system, and to explore railway measuring in general as well as the factors that affect it.

The new railway measuring system was also analysed by comparing it to the old one. This analysis was performed by using the SWOT- analysis model because of its ability to compare internal strengths and weaknesses with opportunities and threats in the external environment.

Furthermore, this thesis introduced the implementation process of the new railway measuring system, planning its practical use employing the PCDA-cycle in Mitta Oy. The benefit of the PCDA-cycle is that it is an ongoing development model. Additionally, the current situation, the possible difficulties, and how to execute the implementation of the new railway measuring system is also studied. Finally, the effects of the new railway measuring system on organising the work, sharing the roles of the employees and work motivation are also discussed.

## Sisällys

1 JOHDANTO .....	6
2 MITTA OY .....	7
2.1 Mitta Oy yhtiönä .....	7
2.2. Mittauspalvelut .....	7
2.3 Raideliikenteen mittaukset .....	8
3 RAUTATIET .....	9
3.1 Rautateiden mittaaminen .....	9
3.2 Rautatien sijaintitoleranssi.....	9
3.3 Raiteen kartoitus .....	10
4 LAADUNVARMISTUS .....	12
4.1 Laadunvarmistus yleisesti .....	12
4.2 Säätökijät .....	12
4.3 Kontrollimittaukset.....	14
4.4 Mittausperustan laatu .....	14
5 RAITEENMITTAUSMENETELMÄT .....	16
5.1 Raiteenmittausmenetelmät yleisesti.....	16
5.2 Raiteenmittausmenetelmän tapausesimerkki.....	18
5.3 Nykyinen raiteenmittausmenetelmä .....	19
5.4 Uusi raiteenmittausmenetelmä.....	19
5.5 Raiteenmittausmenetelmien eroavaisuudet .....	20
6 SWOT ANALYYSI.....	23
6.1 SWOT yleisesti.....	23
6.2 Vahvuudet .....	25

6.3 Heikkoudet .....	27
6.4 Mahdollisuudet .....	28
6.5 Uhat .....	29
7 KÄYTTÖÖNOTTO .....	30
7.1 Käytönnoton lähtötilanne.....	30
7.2 PDCA sykli käyttöönotossa .....	31
7.3 Käytönnottosuunnitelma.....	32
8 POHDINTA .....	34
LÄHTEET.....	36

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia uutta raiteenmittausmenetelmää ja selvittää sen mahdollisuutta tulla otetuksi käyttöön Mitta Oy:ssä. Uusi raiteenmittausmenetelmä kehittyi raiteenmittaustyötä tehdessä, ja nyt sitä aletaan tämän opinnäytetyön puitteissa kehittämään ja tutkimaan.

Raiteenmittaus on mittaamisen osa-alue, johon vaikuttavat monet ulkoiset tekijät, joita työmenetelmällä ei voida kompensoida. Opinnäytetyössä perehdytään raiteenmittaamiseen myös yleisellä tasolla.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää uuden raiteenmittausmenetelmän mahdollisuudet ja luoda sille käyttöönottosuunnitelma, sekä pohtia uudesta menetelmästä saatavia hyötyjä.

## 2 MITTA OY

### 2.1 Mitta Oy yhtiönä



Kuva 1. Mitta Oy:n logo.

(Mitta Oy, 2021.)

Mitta Oy on vuonna 1989 Oulussa perustettu Suomen laajin maanmittausalan yritys, joka on keskittynyt yhteisörakentamisen ja ympäristön konsultointiin. Se työllistää lähes 500 alan ammattilaista. Mitta Oy:n toiminta-alue kattaa koko Suomen ja Ruotsin, joiden lisäksi yritys saa toimeksiantoja myös muihin maihin. Suomessa Mitta Oy on markkinajohtajan asemassa. (Mitta Oy 2020a.)

Mitta Oy:n asiakkaat toimivat pääsääntöisesti rakennusallalla. Yritys tarjoaa palveluita monella eri toimialalla, joita ovat mittaus, maaperätutkimus, laboratorio sekä ympäristö. Mitta Oy:n toimintaperiaatteita ovat kestävän kehityksen politiikka sekä laatu- ja ympäristöpolitiikka. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2018 hieman yli 35 miljoonaa euroa. Omistajina ovat yhtiön työntekijät 46 prosentin osuudella. (Mitta Oy 2020a.)

Mitta Oy sai vuonna 2014 Maakunnallisen Yrittäjäpalkinnon. Se palkittiin hallitusta mutta tavoitteellisesta kasvustaan. Yhtiön taustatarina on myös poikkeuksellinen. Mitta Oy osti Suomen ensimmäisen laserkeilaimen vuonna 2002. Vuosien mittaan Mitta Oy on hankkinut itselleen lisää osaamista laite- ja yrityshankintojen myötä. (Yrittäjät 2021.)

## 2.2 Mittauspalvelut

Mittauspalvelut on yksi Mitta Oy:n toimialoista. Yhtiö on markkinajohtaja infra-alan maastotiedon tuottajana ja jalostajana. Mitta Oy:llä on ammattitaitoisia työntekijöitä, jotka työskentelevät huippuluokan kalustolla. Mitta Oy on kilpailukykyinen ja asiantunteva organisaatio asiakkaiden erilaisiin tarpeisiin toimialasta riippumatta. (Mitta oy 2021.)

Mitta Oy:llä on hyvin monipuolisesti tarjolla. Niihin kuuluvat koneohjauspalvelut, laserkeilaus, rakennusmittaukset, raideliikenteen mittaukset, UAS ja fotogrammetriset mittaukset, sekä monitorointi-, maanomistaja- ja kuntapalvelut. (Mitta Oy 2020b.)

## 2.3 Raideliikenteen mittaukset

Mitta Oy:llä on pitkäaikainen kokemus raideliikenteen mittauksista ja ratamaailman turvallisuuteen liittyvistä asioista. Yritys suorittaa mittausperustojen rakentamisia sekä ratojen kunnossapito- ja rakentamismittauksia. (Mitta Oy 2020b.)

Radan geometria vaatii ylläpitomittauksia, sillä radan geometrisen kunnan ylläpitämiseksi vaaditaan tuentatöitä. Nämä mittaukset ylläpitävät radan kuntoa ja liikennöinnin turvallisuutta. Raideliikenteen mittauksia suoritetaan myös korjaus- ja rakennusmittausten saralla. (Mitta Oy 2020b.)



### 3 RAUTATIET

#### 3.1 Rautateiden mittaaminen

Rautateiden mittaaminen vaatii erityistä huolellisuutta. Mittausperustalla on olennainen rooli rautateiden mittauksissa. Kohteet ovat pitkiä ja linjamaisia, mikä tuottaa haasteita. Pienet toleranssit tarkkuudessa edellyttävät, että lähtöpisteet on rakennettu tukevasti, mitattu huolellisesti ja tarkasti dokumentoitu. Raiteenmittauksissa Väylä on ohjaava taho, jonka julkaisuissa annettuihin ohjeisiin mittaaminen perustuu. (Väylä, tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje.)

Raiteen kartoituksen tehtävänä on selvittää raiteiden ja ratarakenteiden sijainti suhteessa mittausperustaan. Myös eri kohteiden laatua verrataan. Käyttötarve määrittelee vaadittavan tarkkuuden sekä sen, minkälainen aineisto on oikeanlainen jatkokäsittelyä varten. (Väylä, tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – mittausohje; Mitta Oy 2020b; RHK geodeettiset mittaustyöt.)

#### 3.2 Rautatien sijaintitoleranssi

Väylä on asettanut raiteen sijainnille toleranssit. Tarkkuusvaatimukset on määriteltä erikseen sen mukaan, onko kyseessä vanha vai uusi raideosuus. Taulukkoon 1 on merkitty sijainnin ja korkeuden tarkkuusvaatimukset suhteutettuna rataosuuden maksiminopeuteen. (Geodeettiset mittaustyöt.)

Taulukko 1. Rautatien sijaintitoleranssi

	Nopeus	Sijainnin tarkkuusvaatimus	Korkeuden tarkkuusvaatimus
Vanha raide	$\leq 120$ km/h	$\pm 80$ mm	+80... -200 mm
Vanha raide	$\leq 250$ km/h	$\pm 50$ mm	+50... -150
Uusi raide	$\leq 120$ km/h	$\pm 30$ mm	+10... -30 mm
Uusi raide	$\leq 250$ km/h	$\pm 20$ mm	+10... -20 mm

(Geodeettiset mittaustyöt.)

Taulukko 1 on Väylän toleransseista koottu katsaus, josta voidaan muodostaa käsitys siitä, miten nopeusrajoitukset vaikuttavat sijaintitoleranssiin. Taulukossa vanha raide tarkoittaa jo olemassa olevaa raideosuutta, ja uusi raide vastarakennettua, täysin uutta raidetta. (Geodeettiset mittaustyöt.)

Korkeuden tarkkuusvaatimusten osalta on geometriaan nähden enemmän pelivaraa alaspäin. Raide saa olla enemmän alhaalla kuin ylhäällä geometriaan nähden. Sivuttaissuunnassa toleranssit ovat samat molempiin suuntiin, eli ylhäältä päin katsottuna raide saa olla geometriaan nähden saman verran sekä vasemmalla että oikealla. (Geodeettiset mittaustyöt.)

### 3.3 Raiteen kartoitus

Toimenpiteenä raiteen geometrian kartoitus on erityistä huolellisuutta ja tarkkuutta vaativa työ. Kartoitus vaatii ammattitekijän ja tarkan kaluston. Raiteen kartoituksessa olosuhteiden hallinta vaatii ammattimaista silmää ja kokemusta. Raiteiden kartoitusta rytmittää jatkuva junaliikenne. (Geodeettiset mittaustyöt.)

Raiteen kartoitus tehdään takymetrimittauksena. Takymetrimittausta vaaditaan sen vuoksi, että se on tarkkuudeltaan ja teknisesti sopiva tehtävään. Takymetri orientoidaan käyttämällä tunnetun pisteen tai vapaan asemapisteen menetelmää. Orientointi suoritetaan käyttäen kahta tai useampaa tunnettua pistettä. Raiteen korkeus ja sijainti mitataan käyttäen kiskorautaa. (Geodeettiset mittaustyöt, Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje)

Rautatiemittaus suoritetaan kahden peräkkäisen mittausperustan pisteen väliltä. Pisteiden välinen välimatka määrittää kerralla mitattavan alueen pituuden, joka on suurimmillaan noin 300 metriä. Usein kartoitettavaksi tarkoitettu matka on tätä pidempi, ja näin ollen mittaaminen muodostuu useista eri orientoinneista. Peräkkäiset orientoinnit sidotaan yhteen ottamalla päällekkäisiä kartoituspisteitä edellisen alueen lopusta ja alkavan alueen alusta. Pisteitä sujuttamalla saadaan mittaukset tasattua yhtenäiseksi mittaukseksi. (Martikainen 2017.)

Raidetta mitataan suoralla tukemismittauksissa 20 metrin välein ja kaaressa 10 metrin välein. Erityiskohteet, kuten vaihteet, mitataan tiheämmin. Raiteen kartoitus tapahtuu suoralla 40 metrin välein ja kaaressa 20 metrin välein. (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot -Mittausohje, Martikainen 2017.)

Väylän julkaisemassa Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohjeessa on määritelty tarkkuusvaatimukset raiteen kartoitukseen. Maksimivirheeksi radan keskilinjalle ja korkeusviivalle on annettu +/- 20 millimetriä toleranssiksi keskilinjaa ja korkeusviivan taso- ja korkeuskoordinaattien osalta. Mittauksen keskivirhe saa olla enintään kahdeksan millimetriä. Virhettä katsotaan suhteutettuna mittausperustan pisteisiin alkaen lähimmistä pisteistä. (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje.)

## 4 LAADUNVARMISTUS

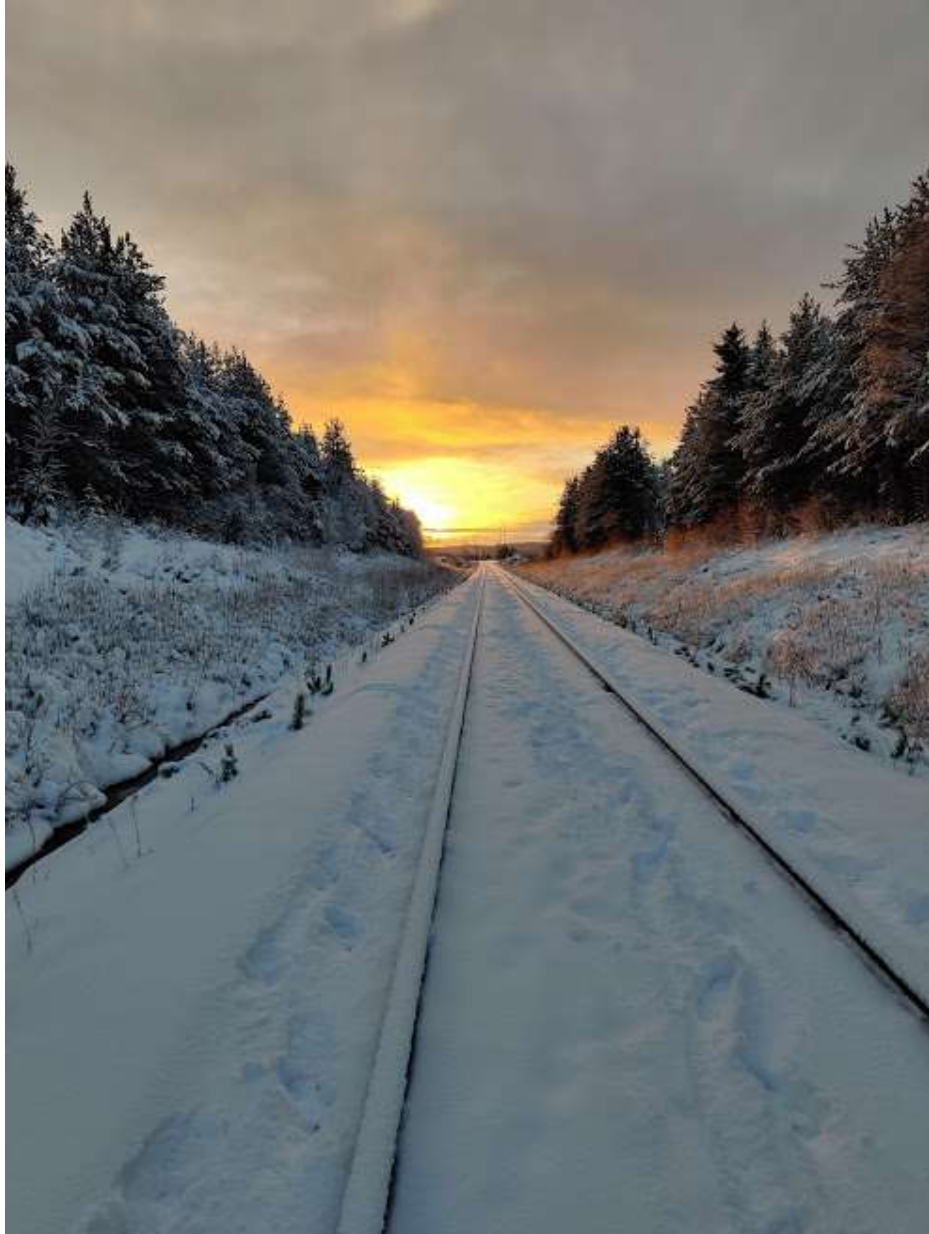
### 4.1 Laadunvarmistus yleisesti

Laatuun vaikuttavat monta eri osa-aluetta. Raiteenmittauksessa on syytä paneutua huolellisesti niihin laatutekijöihin, joihin voi vaikuttaa. Laadun varmistamiseksi mittalaitteiden on oltava säännöllisin väliajoin kalibroituja ja huollettuja sekä kaikin puolin kunnossa. Myös muun mittauskaluston ja apuvälineiden on oltava sellaisessa kunnossa, ettei mikään aiheuta vaaraa mittaustulosten vääristämisestä tai muuten mittausten pilaantumisesta. Mittaushenkilöstön täytyy olla ammattitaitoista ja pystyä ottamaan huomioon vaadittavat laatutekijät. (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje.)

### 4.2 Säätökijät

Mittaamisessa on huomioitava laatuun vaikuttavat ulkoiset olosuhteet. Raiteista johtuva voimakas ilman lämpöväreily häiritsee mittauksia. Tämän vuoksi varsinkin kesällä on syytä välttää mittaamista päivän kuumimpien tuntien aikaan. Kuumina päivinä mittaus olisi parasta suorittaa aikaisin aamulla tai myöhään illalla. (Martikainen, 2017)

Talvella rankka lumisade voi häiritä mittaamista. Sade ja sumu hauruttavat sekä kastelevat prismojen lasipinnat ja takymetrin linssin. Tämän vuoksi sateella on syytä kuivata kyseiset pinnat säännöllisin väliajoin, jotta tarkkuus pysyy tarvittavissa toleransseissa. Myös takymetrin maastotietokoneen näyttö on syytä pyyhkiä kuivaksi. Tämä johtuu siitä, että vesi vääristää herkästi numeroita tai estää niiden näkymisen, mikä osaltaan lisää virheen mahdollisuutta. (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje, Geodeettiset mittaustyöt.)



Kuva 2. Rautatiekiskot.

Kuvassa 2 lunta on kertynyt sekä rautatiekiskon selän päälle, että kiskojen laiduille. Lumi täytyy puhdistaa mittauskohdasta ennen mittaamista. Myös kiskon reunoja täytyy mahdollisesti puhdistaa osittain, jos halutaan etsiä esimerkiksi kiskon hitsausaumoja tai liitoskohtia. Kiskopainon selvittämiseksi maastossa täytyy kiskosta etsiä siihen painetut numerot, jotka kertovat kiskopainon. Tämä tehdään raiteen korkeuden selvittämiseksi, sillä kaikki raiteet eivät ole saman korkuisia.

### 4.3 Kontrollimittaukset

Jokaisen kojeaseman kohdalla on suoritettava kontrollimittaukset laadun varmistamiseksi. Orientoinnin jälkeen, joka täyttää radan kartoituksen toleranssin, on suoritettava kontrollimittaus tunnetulle pisteelle. Mittauksen lopuksi suoritetaan sama mittaus uudelleen. Tämän tuloksena saadaan selville, onko koneen asemassa tapahtunut liikkumista johonkin suuntaan. Jos sitä on tapahtunut, on asemapisteeltä suoritettavat mittaukset uusittava. (Tie- ja ratahankeiden maastotiedot – Mittausohje.)

Jokaisen asemapisteeltä mittaamisen yhteydessä on syytä tarkistaa myös mittausten yhteensopivuus edeltävän asemapisteen mittausten kanssa. Tämä suoritetaan mittaamalla raiteelta sama kohta kuin edellisellä mittauskerralla ja vertaamalla x-, y-, ja z-koordinaatteja. Geometriaa käytettäessä voidaan myös verrata geometrian antamia arvoja. Saman kohdan mittaamista toistetaan useamman kerran, jotta voidaan varmistua asemapisteen välisestä toimivuudesta. (Tie- ja ratahankeiden maastotiedot – Mittausohje.)

### 4.4 Mittausperustan laatu

Raiteenmittaus tapahtuu käyttämällä tunnettuja Väylän pisteitä. Rataverkon mittausperusta on rakennettu usean eri vuosikymmenen aikana, ja mittauksen tarkkuus takymetrimenetelmällä on täysin riippuvainen pisteistä. Pisteet pysyvät hyvin paikoillaan, jos ne on rakennettu kalliolle. Sen sijaan esimerkiksi suolle tai muulle pehmeälle paikalle rakennetut pisteet voivat liikkua lyhyessäkin ajassa, vaikka ne olisi rakennettu huolellisesti. Mittaajalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa pisteiden laatuun, mutta käytettävien pisteiden on oltava tarkkuudeltaan toleransseissa. Mittausperusta luo kartoitukselle koordinaatiston ja on oleellinen osa tarkkuutta sekä mittauksien sitomista ympäristöön. (Raiteen tukeminen, mittaus ja nuotitus.)

Pisteiden laadusta kertovat paljon orientointivirheet takymetrillä. Koordinaattien tasausvirheiden pitäisi pysyä muutaman millimetrin sisällä alkuperäisistä

koordinaateista, joihin piste on rakennettu. Mittaustulosten tarkkuuden säilyttämiseksi on tärkeää havainnoida pisteen kuntoa myös silmämääräisesti. Jos piste vaikuttaa ulospäin vahingoittuneelta esimerkiksi radan raivaustöiden yhteydessä, on syytä suhtautua takymetrin antamiin tuloksiin varauksella, vaikka ne olisivat toleranssien sisäpuolella. (Martikainen 2017.)

## 5 RAITEENMITTAUSMENETELMÄT

### 5.1 Raiteenmittausmenetelmät yleisesti

Raiteenmittauksessa on paljon tekijöitä, joihin mittaja ei voi vaikuttaa. Menetelmissä keskitytään niihin asioihin, joita voidaan tehostaa ja joihin mittaajalla on suoraan vaikutusta. Mittaajasta riippumattomia asioita ovat muun muassa junien aikataulut, joiden mukaan mittaajan on toimittava. Eri rataosuuksilla junia kulkee eri aikatauluilla, ja tämän takia mittaamisen ajankohdat vaihtelevat suuresti. Tämän vuoksi eri rataosuudet eivät ole keskenään verrannollisia. Menetelmät ovat kuitenkin sovellettavissa kaikille rataosuuksille.

Mittaaminen tapahtuu työpareittain. Myös yksin mittaaminen on mahdollista, mutta koska työtä on mahdollista tehdä paljon samanaikaisesti, on työpareittain työskenteleminen järkevää. Näin työn kuormittavuus pysyy aisoissa ja työteho säilyy hyvänä päivän mittaan. Mitattaessa on toinen parista mittaajan asemassa ja toinen apumies. Käytössä olevan menetelmän lisäksi esitellään uusi menetelmä, jonka tarkoituksena on nopeuttaa ja tehostaa mittaamista sekä ehkäistä turhaa kävelyä ja ajan tuhlaamista. Tuottamaton työ on syytä karsia pois ja keskittyä vain sellaiseen työhön, josta hyötyvät sekä tilaaja että työnantaja. (Toyota lean.)

Kun suoritetaan vain yksi orientointi, sekä uusi että vanha raiteenmittausmenetelmä ovat hyvin samankaltaisia. Koska orientointeja ja näin ollen mittauksia joudutaan kuitenkin usein toistamaan peräkkäin useita, tulevat erot esille toisesta orientoinnista lähtien selvemmin.

Raiteenmittausmenetelmät esitellään niin, ettei oteta huomioon junaliikennettä, joka voisi joissain tapauksissa hidastaa mittaamista, tai muita ulkoisia tekijöitä, kuten onko käytettävissä radan vierellä kulkeva huoltotie, jolloin autoa voidaan helposti käyttää siirtymisiin. Menetelmät esitellään yksinkertaisuudessaan niin, että ne sopivat millaiseen tilanteeseen tahansa.





Kuva 3. Apumies.

Kuvassa 3 apumies on ajamassa resiinalla kohti takymetriä, joka näkyy kuvassa vastakkaisella puolella sähköratapylvästä. Kuva on otettu mittausperustan pisteen vierestä. Takymetri on kaukana, ja suuntaa, johon se katsoo, on vaikea hahmottaa paljain silmin. Pisteen ja takymetrin välinen etäisyys on noin 100 metriä.

## 5.2 Raiteenmittausmenetelmän tapausesimerkki

Uutta raiteenmittausmenetelmää on testannut yksi työpari vuonna 2020. Menetelmä hioutui vuoden aikana nykyiseen muotoonsa. Työparin molemmat osapuolet olivat uusia raiteenmittaamisessa: mittaaja aloitti työnsä syksyllä 2019 ja apumies keväällä 2020. Työpari työskenteli tiiviissä yhteistyössä toisen parin kanssa, jolla oli paljon kokemusta raiteenmittauksista. Yhteistyö loi tilanteen, jossa oli mahdollisuus lähteä kehittämään uutta, toimivampaa menetelmää.

Menetelmän tarkoituksena oli tehostaa toimintaa samalla työmäärällä ja vähentää turhaa rasitusta. Aluksi yksi menetelmän tarkoituksista oli myös osallistaa apumiestä enemmän mittaamiseen ja helpottaa hänen kouluttamistaan mittaajaksi. Näin syntyi tarve uudelle menetelmälle. Aluksi uusi menetelmä alkoi siitä, että apumies pystytti tarpeen vaatiessa takymetrin sen sijaan, että se olisi ollut poikkeuksetta mittaajan tehtävä. Joustavuus rooleissa tuli päivittäiseksi. Alkoi muodostua kuva ja kokemus siitä, mikä on tehokasta toimintaa ja millä keinoin saadaan tuotettua tehdylle työlle lisäarvoa.

Raiteenmittausmenetelmä alkoi hahmottua nykyiseen muotoonsa lukuisten virheiden ja erehdyksien kautta. Myös se, että uutta menetelmää kehittänyt työpari ei ollut erityisen kokenut raiteenmittauksissa, lisäsi usein virheitä. Yleisimpiä epäonnistumisia olivat takymetrin huono asettelu, jolloin osa mitattavasta alueesta ei välttämättä näkynyt asemapisteelelle, tai takymetrin liikkuminen ja näin tasauksen menettäminen. Nämä ovat tyypillisiä ongelmia, oli menetelmä mikä hyvänsä

Kauden 2020 aikana saatiin hyviä viitteitä onnistumisista. Kauden loppupuolella menetelmä oli jo hioutunut jokapäiväiseksi, automaattiseksi toiminnaksi, ja sitä pystyttiin vertailemaan pienessä mittakaavassa. Kun kaksi työparia työskenteli samalla rataosuudella samoina päivinä ja samoissa olosuhteissa, saatiin uudella menetelmällä vahvoja viitteitä siitä, että se on tehokkaampi kuin käytössä oleva menetelmä. Määrämuotoista tutkimusta ei ole tarpeeksi tuloksia varten tässä vaiheessa.

### 5.3 Nykyinen raiteenmittausmenetelmä

Nykyisessä raiteenmittausmenetelmässä orientointi alkaa mittaajan suorittamalla takymetrin pystyttämällä kahden mittausperustan pisteen puoliväliin. Mittaaja suorittaa takymetrin asemoinnin vapaalla asemapistellä ja menee mittauksen aloittavaan pisteeseen. Samaan aikaan apumies vie prismat pisteille ja tulee mittauksen alkupäähän odottamaan mittauksen alkamista. Kun orientointi on asetettu, alkaa mittaaminen. Mittaaja mittaa raidetta, ja apumies kirjoittaa rasvaliidulla kiskoon senhetkisen metrilukeman silloisella ratakilometrillä. Kirjoittamista ei välttämättä vaadita raiteen kartoituksessa, eikä sitä tarvitse tehdä, jos kiskossa on jo kirjoitettu lukema. Mittaaja ja apumies kulkevat alueen loppuun, jonne mittaus päättyy toisen orientointiin käytetyn pisteen kohdalle.

Mittauksen päätyttyä apumies menee seuraavalle käytettävälle pisteelle mukanaan ensimmäiseltä pisteeltä kantamansa prisma ja kääntää mittauksen päätöspisteellä olevan prisman peilin seuraavaa orientointia päin. Mittaaja kävelee takaisin takymetrille, purkaa sen ja kävelee seuraavan orientoinnin puoliväliin pystyttämään takymetrin. Orientoinnin suoritettuaan hän kävelee takaisin pisteelle, johon edellinen mittaus päättyy, ja aloittaa mittaamisen. Apumies on tällä aikaa vienyt prismat ja kävellyt takaisin mittaajan luo ja on jälleen valmiina kirjoittamaan kiskoon metrilukeman.

Menetelmää toistetaan, kunnes määritelty alue on mitattu. Päivässä orientointeja kertyy useita. Määrään vaikuttavat mitattavan alueen pituus sekä junaliikenne ja muut ulkoiset tekijät.

### 5.4 Uusi raiteenmittausmenetelmä

Uudessa raiteenmittausmenetelmässä aloitus on samankaltainen kuin vanhassa menetelmässä. Apumies vie kaksi prismaa paikoilleen, ja mittaaja pystyttää takymetrin. Myös apumies voi pystyttää takymetrin, jos se on järkevää. Mittaaja pystyttää ensimmäisen pisteen prismat, josta mittaus lähtee liikkeelle. Mittaaja on joko mittauksen alussa tai takymetrillä ja asemoi koneen.

Apumies hakee ensimmäisellä pisteellä olevan prisman ja vie sen seuraavaa orientointia varten kolmannelle pisteelle. Tällöin prismat ovat valmiina paikoillaan heti, kun ensimmäinen mittaus on suoritettu. Mittaaja aloittaa mitaamisen ja kirjoittaa kiskoon mitattavan metrilukeman tarvittaessa. Apumies valmistelee prismat muun muassa tekemällä tarvittaessa pientä raivaustyötä näkyvyyden takaamiseksi ja menee takymetrin luokse odottamaan, että mittaus saadaan päätökseen.

Kun mittaaja on mitannut alueen, jää hän odottamaan pisteelle. Apumies purkaa takymetrin ja vie sen seuraavan mitattavan alueen puoliväliin. Sen jälkeen hän pystyttää takymetrin ja tähtää sen toiseen prismaan valmiiksi, kun kone on tasattu. Mittaajalla on ollut hetki aikaa pitää tauko ja valmistella seuraavan alueen mittaus muun muassa tutustumalla seuraavan alueen kaaritietoihin. Hän asemoi takymetrin etäältä, jolloin apumies voi avustaa radiopuhelimen välityksellä kertomalla mihin prismaan takymetri on tähdätyt. Kun takymetri on orientoitu, lähtee mittaaja heti mittaamaan seuraavaa aluetta ja apumies kuljettaa prismat seuraavaa mitattavaa aluetta varten paikoilleen.

Viimeinen orientointi, johon mittaus lopetetaan, eroaa siten muista, ettei prismoja tarvitse enää kuljettaa seuraaville pisteille. Tällöin joustavalla menettelyllä on apumiehen järkevää joko käydä keräämässä käytetyt prismat jo pois tai tulla auttamaan mittaajaa kirjoittamaan metrilukemat kiskoon. Metrilukemien kirjoittaminen mittaajan puolesta säästää aikaa hyvin marginaalisesti, ja varsinkin kokematon kirjoittaja voi helposti tulla kävelleeksi vahingossa prisman ja takymetrin väliin, jolloin takymetri voi kadottaa lukituksen prismaan. Jos näin käy useasti ja lukitus joudutaan aina etsimään uudestaan, vähenee kirjoittamisesta saatava hyöty huomattavasti.

### 5.5 Raiteenmittausmenetelmien eroavaisuudet

RACI-taulukko kuvastaa työvaiheiden tekijöitä ja heidän roolejaan (Taulukko 2). Rooleja ovat vastuullinen (R), vastuussa oleva (A), konsultoitava (C) ja tiedotettava (I). Ne tulevat RACI-lyhenteestä, joka koostuu englannin kielen sanoista responsible, accountable, consulted ja informed. Taulukossa riveillä

esitetään työn vaiheet, ja sarakkeissa henkilöt ja roolit. (Cross border cooperation, 2021.)

Taulukko 2. RACI-taulukko vanhasta mittausmenetelmästä yhden orientoinnin työvaiheista

	Apumies (vanha menetelmä)	Mittaus- työnjohtaja (vanha menetelmä)	Apumies (uusi menetelmä)	Mittaus- työnjohtaja (uusi menetelmä)
Takymetrin pystyttäminen	I	A/R	R	A/R
Ensimmäisen prisman pystyttäminen	A/R	I	A/R	R
Toisen prisman pystyttäminen	A/R	I	A/R	I
Takymetrin tähtääminen prismaan	I	A/R	A/R	C
Mittaamisen aloittaminen ja raiteen kartoitus	I	A/R	I	A/R
Seuraavan orientoinnin prismojen vieminen	A/R	I	A/R	I
Mittaamisen lopettaminen toisen käytetyn pisteen kohdalle	I	A/R	I	A/R
Takymetrin purkaminen	I	A/R	A/R	R
Takymetrin siirtäminen seuraavalle asemapisteelle	I	A/R	A/R	R

Taulukossa 2 esitettyjen työvaiheiden eroavaisuudet on nähtävissä selvästi työn roolituksen muutoksissa. Kun vanhassa raiteenmittausmenetelmässä mittaustyönjohtaja on vastuussa lähes kaikesta paitsi prismojen viennistä, on uudessa menetelmässä vastuuta jaettu tasaisemmin ja resurssit tulevat näin tasaisemmin käytettyä.

Osassa työtehtävistä, kuten takymetrin purkaminen, on kaksi vastuullista. Tämä johtuu siitä, että uudessa raiteenmittausmenetelmässä ollaan joustavia työtehtävissä ja kumpikin työntekijöistä voi pystyttää ja purkaa takymetrin. Mittaustyönjohtaja on vastuussa mittaamisen etenemisestä, mutta apumiehen rooli kasvaa huomattavasti, ja tämä saa enemmän vastuuta.

## 6 SWOT-ANALYYSI

### 6.1 SWOT yleisesti

SWOT-analyysin avulla voidaan tunnistaa menetelmän vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet sekä uhat. Nimi SWOT tulee englannin kielen sanoista, strength, weakness, opportunity ja threat. Analyysia hyödyntämällä voidaan vertailla uutta menetelmää vertaamalla sitä käytössä olevaan menettelytapaan. Analyysi auttaa hahmottamaan yhdellä silmäyksellä menetelmän ja vertailee sitä vanhaan. (Suomen riskinhallintayhdistys 2021.)

SWOT-analyysi on valittu tähän opinnäytetyöhön, koska sillä on useita hyötyjä uuden raiteenmittausmenetelmän hahmottamisessa. Yhdellä silmäyksellä voidaan hahmottaa sen hyviä ja huonoja puolia, ja se on yksinkertainen analysointityökalu. Se sopii käytettäväksi monessa eri tilanteessa ja erilaisissa organisaatioissa ja on erinomainen, kun halutaan tutkia uutta innovaatiota. (Suomen riskinhallintayhdistys 2021.)

Taulukko 3. SWOT-analyysi.

+	-
<b>VAHVUUDET</b>	<b>HEIKKOUEDET</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mittaaja saa pitää taukoja luonnollisesti</li> <li>2. Prosessi ei pysähdy</li> <li>3. Osallistaa apumiestä</li> <li>4. Prismojen laittaja pystyttää takymetrin</li> <li>5. Vähentää turhaa kävelyä</li> <li>6. Takymetri voidaan purkaa heti mittauksen päätyttyä</li> <li>7. Joustava työjärjestys</li> <li>8. Roolien sekoittaminen</li> <li>9. Perinteisen asetelman purkaminen</li> <li>10. Ongelmien ratkaisu yhdessä</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menetelmää ei ole testattu</li> <li>2. Odottaminen</li> <li>3. Mittaaja ei ole takymetrin luona orientoitaessa</li> </ol>
<b>MAHDOLLISUUDET</b>	<b>UHAT</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Säästetty aika</li> <li>2. Säästetty kävely</li> <li>3. Apumiehen kouluttaminen mittaajaksi helpottuu</li> <li>4. Työlle tuotettu lisäarvo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Junien aikataulut ja muut ulkoiset tekijät</li> <li>2. Menetelmän toimivuudesta ei ole varmuutta</li> <li>3. Vaatii hyviä yhteistyötaitoja</li> <li>4. Käytönnoton haasteet</li> </ol>



## 6.2. Vahvuudet

Uudessa menetelmässä on paljon vahvuuksia verrattuna käytössä olevaan menetelmään. Pelkkä lukumäärä ei kerro kaikkea, sillä toiset vahvuudet voivat olla työntekijän kannalta huomattavampia kuin toiset, ja toiset vahvuudet taas voivat olla pienempiä, silti mainitsemisen arvoisia.

Suurimpina vahvuuksina voidaan pitää lisäarvon tuottamista työlle samalla työmäärällä kuin on aikaisemminkin tehty sekä säästöt ajassa ja työntekijöiden rasituksessa. Taulukon 2 mukaisesti numerojärjestyksessä olevat vahvuudet ovat seuraavanlaisia.

1. Mittaaja ehtii hengähtää hetken mittauksien välissä, kun apumies purkaa takymetrin ja kuljettaa sen seuraavalle asemapisteelle. Tässä ajassa hän voi valmistella seuraavaa mittausta.
2. Koko prosessi ei pysähdy, jos mittaaja haluaa pitää tauon tai joutuu valmistelemaan mittausta esimerkiksi tarkastamalla kaariarvot tai etsimällä pistetietoja.
3. Menetelmä osallistaa apumiestä mittaamiseen enemmän. Kun apumies pystyttää takymetrin, hänen täytyy ymmärtää, miten se tapahtuu, ja mitä asioita mittausteknisesti täytyy ottaa huomioon, hänen tulee huomioida muun muassa takymetrin asettelussa rataa nähden ja lämpöväreily. Kun molemmat ymmärtävät mittauksen tarkoituksen ja tarpeet, osaa apumies auttaa mittaajaa myös monin muin tavoin.
4. Prismojen pystyttäjä pystyttää myös takymetrin. Näin pystyttäjä tietää heti, missä molemmat prismat maastossa sijaitsevat. Hänen on helpompi hahmottaa takymetrille sopiva paikka, josta on hyvä näkyvyys sekä prismoille että mitattavalle raideosuudelle.
5. Menetelmä vähentää mittaajan turhaa kävelyä, josta ei saada lisäarvoa tehdylle työlle. Jos pisteväli on 300 metriä, mittaajan kävely vähenee jokaista orientointia kohti 450 metriä. Tämä saadaan summaamalla matka lopetuspisteeltä takymetrille, matka seuraavalle asemapisteelle ja takaisin lopetuspisteelle.

6. Apumies on valmiina purkamassa takymetriä heti, kun mittaus on suoritettu. Tämä voi olla hyödyllistä ajan säästämisen lisäksi silloin, kun junien aikataulujen vuoksi on kiire lopettaa mittaus. Jos mittaja joutuu mittauksen jälkeen vielä kävelemään purkamaan takymetrin ennen junan saapumista, täytyy hänen huomioida tähän kuuluva aika suunnitellessaan mitaamista. Joissain tilanteissa tämä voi olla huomattava etu.

7. Jos käytettävissä ei ole autoa ja rautatien varressa kulkevaa huoltotietä, resiinaa tai muuta kulkuvälinettä, voidaan työjärjestystä muuttaa niin, että takymetrin pystyttämisen jälkeen apumies kävelee takaisin mittauksen aloittavalle pisteelle, ottaa prisman mukaansa ja kävelee takymetrille odottamaan. Kun mittaja on saanut alueen mitattua, purkaa apumies takymetrin ja vie sen seuraavalle asemapisteele. Tämän jälkeen hän vie vielä toisen prisman toisen mittauksen toiselle pisteelle. Tällä tavoin menetellessä kävely jää huomattavasti vähemmälle eikä aikaa kulu juuri ylimääräistä, sillä apumies ehtii kävellä viemään prisman sillä välin, kun mittaja mittaa ensimmäiseen prismaan.

8. Roolien sekoittaminen avaa mahdollisuuksia tehostaa toimintaa. Kun myös mittaja voi pystyttää esimerkiksi ensimmäiseen orientointiin käytetyn ensimmäisen pisteen prisman, sekoittuvat työtehtävät hiukan, mutta työ tehostuu. Roolien sekoittaminen jakaa vastuuta mittauksen onnistumisesta, ja jaettu vastuu pakottaa molemmat toimimaan mahdollisimman järkevästi. Apumiehen vastuu kasvaa huomattavasti uudessa menetelmässä.

9. Optimitilanteessa sekä mittaja että apumies osaavat tehdä kaikki työvaiheet molemmissa rooleissa ja voivat näin tehdä sitä työtä, mikä on sillä hetkellä kaikista tehokkainta. Perinteisen asetelman rikkominen jakaa vastuuta sekä osallistaa ja sitouttaa molempia tehtyyn työhön.

10. Mittaja ja apumies voivat ratkaista ongelmia yhdessä. Kun molemmat ovat tiukasti osallisena mitaamisen onnistumiseen, on virheiden tekijöitä kaksi. Kun molemmat ymmärtävät mitä mitaaminen vaatii onnistuakseen, tuntevat menetelmän ja sen vaatimukset, on ongelman ilmetessä yhden sijaan kaksi ihmistä miettimässä ongelmaan ratkaisua. Se, että mitattaessa työntekijät eivät ole välttämättä lähekkäin, vaan apumies on valmistelemassa seuraavaa

mittausta tai jo takymetrillä, voi myös osoittautua ongelmien ratkaisemisessa eduksi. Tällöin voi tulla parempi kokonaiskuva alueesta ja mittaamisen vaikuttavista tekijöistä.

### 6.3. Heikkoudet

Uuden menetelmän heikkouksia ovat muun muassa sen testaamattomuus ja takymetrin orientointi etäältä. Heikkouksia ei lukumääräisesti ole yhtä paljon kuin vahvuuksia, mutta analysoidessa on tärkeää havainnoida myös menetelmän heikkoudet. Menetelmän heikkoudet numerojärjestyksessä ovat seuraavanlaisia.

1. Menetelmää ei ole testattu laajemmassa mittakaavassa. Menetelmän tehokkuutta täytyisi tutkia laajemmalti ja tutkia käytössä olevaa menetelmää, jotta tarkkoja tuloksia voitaisiin saavuttaa. Menetelmä perustuu opinnäytetyön kirjoittajan kokemuksiin raiteenmittauksella noin kahden vuoden työkokemuksella.
2. Molemmat osapuolet joutuvat odottamaan hetken toisiaan. Nykyisessä menetelmässä apumies saa odotella jokaisen mittauksen välissä mittaajaa, ja nyt odottaminen vähenee vähän. Mittaaja taas joutuu odottamaan apumiestä jokaisen mittauksen välissä, kun tämä siirtää takymetrin.
3. Mittaaja ei ole takymetrin luona, kun hän orientoi asemapisteen. Jos näkyvyys on huono tai etäisyys suuri, voi mittaaja sekoittaa, mihin suuntaan takymetri katsoo, ja tämä lisää virheen mahdollisuutta. Mittaajan ja apumiehen kommunikaatio esimerkiksi radiopuhelimien välityksellä on olennainen osa onnistumista. Apumies on takymetrin luona sen pystytettyään ja voi kertoa tietoja takymetrin toiminnasta orientoinnin avuksi. Takymetri orientoidaan hyväksikäyttäen etälaitetta, joten apumiehen ei tarvitse kuitenkaan olla osana orientoinnin asettamista lukuun ottamatta sen tähtäämistä prismoihin. Ongelma voi kuitenkin tulla silloin, kun apumies on tähdännyt kojeen ensimmäiseen prismaan. Takymetrillä on mahdollista käyttää etsimistoimintoa, joka etsii maastosta prisman ja lukitsee kojeen tähykseen automaattisesti. Jos jostain syystä toinen prisma ei olekaan kokonaan näkyvässä, voi käydä niin, että

takymetri pyörähtää kokonaisen ympyrän ja ottaa kiinni ensimmäiseen, jo mitattuun prismaan. Tämän voi ehkäistä kahdella keinolla: joko niin, että apumies tähtää takymetrin molempiin prismoihin, tai niin, että hän odottaa niin kauan takymetrin läheisyydessä, että voi kertoa, osoittaako takymetri oikeaan tähykseen toista tähystä mitattaessa.

#### 6.4 Mahdollisuudet

Menetelmä tuo tulevaisuuteen mahdollisuuksia, joita analyysissa on pohdittu tarkkaan. Suurimmat mahdollisuudet löytyvät säästöistä. Säästetty aika, kävely ja taloudellinen hyöty ovat mahdollisuuksien kulmakiviä. Mahdollisuudet ovat kuvattuina seuraavanlaisia.

1. Työnteko tehostuu ja aikaa säästyy. Säästetty aika tarkoittaa lisää tuotettua työtä ja mittausdataa, jotka lisäävät työn kannattavuutta. Kannattavuus nousee, kun samassa ajassa kuin ennen saadaan edes yksi orientointi lisää päivässä.

.2. Säästetty kävely vähentää työntekijöiden kuormitusta ja lisää työssä jaksamista sekä karsii lisäarvoa tuottamatonta toimintaa. Ylimääräinen kävely ei ole eduksi työntekijälle, työnantajalle eikä tilaajalle. Näin ollen se on syytä jättää pois silloin, kun on mahdollista. Säästetty kävely säästää myös aikaa. Yhden työvuoron aikana kävelyä tulee paljon mittaustavasta huolimatta, myös silloin, jos käytössä on raiteiden lähettyvillä kulkeva ajotie.

3. Apumiehen kouluttaminen mittaajaksi helpottuu, kun hän ymmärtää mittaamisesta enemmän ollessaan tekemisissä enemmän mittaamiseen liittyvien asioiden kanssa. Takymetrin pystyttäminen on yksi mittaajan perustaitoja, jolla luodaan perusta koko orientoinnille. Vaikka apumies ei osallistuisi mittaamiseen vielä tässä vaiheessa, hän ymmärtää kaiken muun mitä mittaaminen vaatii. Jos halutaan alkaa kouluttamaan apumiehestä mittaajaa, on hänen helpompi vaihtaa rooleja, kun on jo osittain osallistunut muun muassa mittauksien suunnitteluun.

4. Säästetyn ajan ja kävelyn lisäksi voidaan saada samalla työllä enemmän tuotettua dataa ja näin ollen tuotettua lisäarvoa työlle.

## 6.5 Uhat

Suurimpina uhkina uudessa menetelmässä on käyttöönoton onnistuminen, sekä epävarmuus sen toimivuudesta. Näitä voidaan pitää hyvin realistisina uhkina, joihin on tarpeen perehtyä ja ottaa huomioon käyttöönotossa sekä sitä suunnitellessa. Uhkia SWOT-analyysissä on lueteltuna neljä, jotka kuvataan seuraavanlaisesti;

1. Junien aikataulujen vuoksi päivässä ei välttämättä saavuteta lisää orientointeja menetelmän tehokkuudesta huolimatta. Vaikka uusi menetelmä olisi käytössä, ei parempia tuloksia välttämättä saavuteta päivittäin ulkoisien tekijöiden vuoksi.
2. Menetelmän toimivuudesta ei ole todistettua varmuutta. Menetelmä on antanut hyviä viitteitä toimivuudestaan, mutta tieteellisiä tuloksia ei voi synnyttää tämänhetkisten kokemusten perusteella.
3. Menetelmä vaatii hyvää yhteistyökykyä ja joustavuutta kummassakin mittauksen osapuolella, mikä voi osoittautua haastavaksi. Jotta suurin mahdollinen tehokkuus saavutettaisiin, on sekä mittaajan että apumiehen seurattava jatkuvasti muuttuvia olosuhteita ja toimittava niiden puitteissa mahdollisimman tehokkaalla tavalla.
4. Työntekijöiden asenteet ja tottuminen vanhaan toimintamalliin voivat vaikeuttaa uuden menetelmän käyttöönottoa. Käyttöönotossa voi tulla vastaan myös muunlaisia vaikeuksia. Uuden menetelmän omaksuminen ja ottaminen käyttöön ei tapahdu välttämättä hetkessä.

## 7 KÄYTTÖÖNOTTO

### 7.1 Käytönnoton lähtötilanne

Ennen käyttöönottoa yksi työpari käyttää uutta raiteenmittausmenetelmää. Mitta Oy on valmistelemassa uuden menetelmän käyttöönottoa myös laajemmin. Käytönnoton kohteena on uusi raiteenmittausmenetelmä. Käytönnotto aloitetaan luomalla käyttöönottosuunnitelma, jota seuraamalla saadaan tuotettua tarkempia tuloksia uudesta menetelmästä.

Käytönnoton tavoitteena on saada käsitys siitä, onko menetelmän käyttöönotto laajemmin tarkoituksenmukaista ja järkevää yrityksessä. Jos tähän lopputulokseen päädytään, on tavoitteena ottaa uusi menetelmä käyttöön työparien keskuudessa, niin että kaikki raiteenmittauksiin osallistuvat omaksuisivat menetelmän ja käyttäisivät sitä päivittäisessä työssään pääsääntöisenä menetelmänä. Tavoitteena on myös saada samalla työ määrällä tuotettua enemmän mitattua dataa.

Menetelmän käyttöönottoon osallistuvat ryhmät ja henkilöt nimeää raiteenmittaamisesta vastaavan osaston esimies. Hän myös nimeää vastuut ja vastualueet. Tavoiteaikataulu on saada menetelmän toimivuudesta tuloksia vuoden 2021 aikana, jonka perusteella käyttöönotossa edetään.

Laitteisto ja käytettävät tilat pysyvät kaikilla ryhmillä samoina, sillä menetelmä ei vaadi niihin muutoksia. Menetelmä perustuu työtapoihin, jotka ovat mahdollisia toteuttaa käytössä olevalla kalustolla.

Seurattavia asioita menetelmän käyttöönotossa pienessä mittakaavassa ovat tuotetun datan määrä verrattuna työtunteihin sekä työtyytyväisyys. Myös päivittäistä orientointien määrää seurataan, sekä tutkitaan, kuinka kauan työparilla menee omaksua uusi toimintamalli. Tarkoituksena on saada mahdollisimman monipuolinen kuva menetelmän toimivuudesta, sekä saada selville tarkemmin hyödyt ja haitat.

Käytönnoton laajuus on aluksi raiteenmittausmenetelmän opettaminen kahdelle työparille. Tällöin yhteensä kolme työparia mittaa uudella mittausmenetelmällä. Tällöin saadaan tutkittua enemmän sitä, kuinka hyvin

uusi menetelmä toimii. Seuraavina vuosina käyttöönottoa voidaan laajentaa uusiin työpareihin, kun menetelmästä on saatavilla lisää tietoa ja tuloksia.

Käyttöönoton aikainen tuki ja seuranta ovat esimiehen vastuulla. Käyttöönotto vaatii seurantaa, jotta uusi menetelmä tulee varmasti otettua käyttöön. Ilman seurantaa voi työpari palata vanhaan menetelmään. Tuki on myös tärkeää, jotta työparilla on kaikki tarvittava tieto käytössään menetelmään liittyen.

## 7.2 PDCA-sykli käyttöönotossa



Kuva 4. PCDA-sykli.

(Kehmet 2021.)

Kuvassa 4 on ympyrä, jossa jokainen kirjain symboloi yhtä syklin osa-alueita:

P = plan, suunnitteleminen

D = do, toteuttaminen

C = check. varmista, että suunnitelma saatiin toteutettua

A = act, arviointi, mahdolliset korjaavat toimenpiteet

PCDA-sykli on jatkuvan oppimisen ja parantamisen menetelmä. Parannuksia tehdään jatkuvasti, ja sykliä toistetaan. Kun menetelmää toistetaan, tullaan jokaisen syklin läpikäynnin jälkeen lähemmäksi tavoitetta. Syklille on luontevaa

tulla ensin otetuksi käyttöön pienemmässä osassa organisaatiota, minkä jälkeen se voidaan ottaa laajemmin käyttöön. (Kehmet 2021.)

Sykli kuvaa jatkuvaa kiertoa. PCDA sykliä kutsutaan kehittäjänsä mukaan myös Demingin malliksi. Se on valittu tähän opinnäytetyöhön, koska raiteenmittaus on luonnollisesti osa jatkuvaa kiertoa, vuodenaikojen mukaan. Talvella ei juurikaan mitata, ja mittauskausi on keväästä syksyyn, lumettomana aikana. Tällöin arviointivaihe on luonteva toteuttaa silloin, kun ei olla töissä mittaamassa. Toinen syy valintaan on, että malli tukee jatkuvaa parantamista ja kehittämistä, joka on uudelle raiteenmittausmenetelmälle tärkeää. (MCS, PDCA malli ja jatkuva kehittäminen 2021.)

### 7.3 Käyttöönottosuunnitelma

Ensimmäinen syklin vaihe on plan, suunnittele. Suunnitelmaa on kuvattu jo osittain lähtötilanteessa. Tähän vaiheeseen kuuluvat resurssointi ja organisointi. Esimies nimeää kaksi työparia, jotka ottavat uuden raiteenmittausmenetelmän käyttöön. Esimies tai hänen nimeämänsä henkilö kouluttaa työpareille menetelmän käytön.

Toinen vaihe on do, toteuttaminen. Menetelmää aletaan käyttää heti, kun mittauskausi alkaa vuonna 2021. On tärkeää, että mitaajat ja apumiehet sitoutuvat menetelmään ja alkavat välittömästi käyttämään uutta menetelmää. Kahden työparin lisäksi myös jo menetelmää käyttävä työpari voi olla apuna tarvittaessa, ja he edelleen käyttävät uutta raiteenmittausmenetelmää.

Jotta jonkinlaisia tuloksia voidaan synnyttää, täytyy tässä vaiheessa tehdä myös tuloksia tuottavaa tutkimista. Koska eri rataosat eivät ole keskenään verrannollisia muun muassa junien aikataulujen vuoksi, on yksi ensimmäisistä tehtävistä laittaa kaksi työparia mittaamaan samalle rataosuudelle. Toisen pareista täytyy mitata uudella ja toisen vanhalla raiteenmittausmenetelmällä. Näitä kahta työparia vertailemalla voidaan tuottaa tuloksia seuraavaa vaihetta varten.



Kolmas vaihe on check, tarkistaminen. Tämä vaihe on toiminnan jatkuvaa arviointia ja tuloksien analysointia. Kun menetelmää on käytetty riittävästi, ei välttämättä edes koko vuotta, vaan sitten kun tuloksia alkaa olla syntynyt niin, että ne ovat vertailukelpoisia, voidaan ryhtyä analysoimaan tuloksia. Seurataan työtyytyväisyyttä, päivittäistä orientointien määrää sekä tuotetun mittausdatan määrää. Kun näitä vertaillaan edellisiin vuosiin, voidaan uutta raiteenmittausmenetelmää vertailla. Myös kahden eri työparin työskentelyä eri menetelmillä samalla alueella vertaillaan tässä vaiheessa.

Neljäs vaihe on act, arviointi. Se sisältää johdon linjaavat päätökset käyttöönotosta, jatketaanko käyttöönottoa myös muihin ryhmiin, ja vedetään johtopäätökset tarkistamisvaiheen perusteella.

Tämän jälkeen ympyrää toistetaan, ja jokaisen kierroksen jälkeen ollaan lähempänä kokonaisvaltaista käyttöönottoa, ja menetelmää, ja sen käyttöönottoa voidaan kehittää jatkuvasti.

## 8 POHDINTA

Uusi raiteenmittausmenetelmä syntyi tarpeeseen tehdä omaa, henkilökohtaista työtä paremmin ja tehokkaammin. Siitä kuitenkin paljastui niin paljon hyviä puolia, että sitä ollaan ottamassa käyttöön Mitta Oy:ssä. Menetelmä on osoittautunut erinomaiseksi monella tapaa jo yhden kauden aikana.

Kun raiteenmittausmenetelmä otetaan käyttöön laajemmassa mittakaavassa, Demingin mallin mukaisesti siitä tulee paljastumaan kehityskohteita ja lisää mahdollisuuksia, uhkia, heikkouksia ja vahvuuksia. Se kuuluu asiaan ja on olennaista raiteenmittausmenetelmän jatkokehityksen kannalta. Niinpä kaikkia mahdollisia ominaisuuksia ei ole välttämättä vielä tuotu esille tässä opinnäytetyössä.

Vuonna 2020 apumiehenä uudella menetelmällä oli työntekijä, jolla ei ollut aikaisempaa kokemusta raiteenmittaamisesta. Uuden menetelmän myötä hän on osallistunut laaja-alaisesti raiteenmittaamiseen ja ymmärtää siitä ehkä enemmän kuin ymmärtäisi, jos käytössä olisi ollut vanha raiteenmittausmenetelmä, jossa hän vain kantaisi prismoja edestakaisin eikä osallistuisi mittaamiseen tai takymetrin käyttöön millään tavalla.

Olennaista uudessa raiteenmittausmenetelmässä on työparin välinen kommunikaatio. Roolien uudelleenjärjestely on suuressa osassa, ja tällä tavoin saadaan nostettua tehokkuutta. Menetelmässä pyritään siihen, että samalla työmäärällä saadaan tehtyä enemmän töitä. Niinpä myös työssä jaksamisen pitäisi parantua, ja lisätuottoa työlle saadaan, vaikka työmäärä pysyy samana. Varsinkin ylimääräisen kävelemisen karsiminen on suuri työssä jaksamista parantava tekijä.

SWOT-analyysissä tulee selvästi esille se, kuinka paljon enemmän mahdollisuuksia menetelmässä on kuin uhkia. Pelkkä lukumäärä ei kerro kaikkea, sillä toisilla mahdollisuuksilla on selvästi enemmän painoarvoa kuin toisilla. Myös uhkien kohdalla on sama ominaisuus.

Uuden raiteenmittausmenetelmän käyttöönotto jää tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, ja sen haasteita voi vain teoreettisesti ennustaa. Demingin malli

kuitenkin takaa sen, että menetelmän kehittäminen pysyy käynnissä myös tämän opinnäytetyön jälkeen.

Yksi uuden raiteenmittausmenetelmän saamista kritiikeistä työntekijältä on, että ehkä menetelmän koettu tehokkuus perustui vain kahden ihmisen työmotivaatioon, jonka avulla saatiin mitattua enemmän kuin muutoin olisi saatu. Tämä oli hyvä huomio, mutta myös olennainen osa sitä, mitä uusi menetelmä sisältää eli motivaation ylläpito. Raiteenmittaus sisältää paljon toistoja, jossa päivät monesti muistuttavat toisiaan. Roolien uudelleen järjestämisellä voidaan virkistää molempien mittauksen osapuolien työpäivää. Kun työtä ajattelee sen mukaan, että helpottaa molempien työtä mutta lisää tehokkuutta, on kokemusten mukaan motivaatio työn tekemiseen korkealla. Jatkuva kommunikointi työparin kanssa eri työvaiheiden aikana myös virkistää. Kun molemmat ovat vastuussa mittaamisen onnistumisesta, haluavat molemmat tehdä työnsä mahdollisimman hyvin. Kun mittauksen eteneminen on kiinni molempien työpanoksesta eikä vain toisen, tulee helposti halu suorittaa oma työtehtävä tehokkaasti loppuun, jotta toinen pääsee jälleen seuraavaan vaiheeseen. Vaikka uusi raiteenmittausmenetelmä on paljon muutakin kuin pelkkä motivaation kasvattaja, on tämä hyvä tiedostaa. Sillä oli menetelmä mikä tahansa, jos työntekijät eivät ole sitoutuneita eivätkä yritäkään olla tehokkaita, ei mittausmenetelmällä ole juuri väliä.

Uusi raiteenmittausmenetelmä tulee tarpeeseen monella tapaa. Työmenetelmien kehittäminen ja vieminen eteenpäin on tärkeää ja kannattavaa. Tämän opinnäytetyön puitteissa on opittu kehittämään konkreettinen idea sellaiseen muotoon, että se voidaan ottaa käyttöön organisaatiossa. Omien ajatusten jalostaminen käyttökelpoiseen muotoon on ollut haastavaa mutta palkitsevaa.

## LÄHTEET

Cross border cooperation, 2021. Viitattu 18.2.2021.  
<https://www.sefrcbc.fi/fi/ukk/raci-matriisi/>

Kehmet, 2021. Viitattu 20.1.2021. <https://kehmet.hel.fi/menetelmalaari/pdca-sykli/>

Mitta Oy, 2020a. Palvelut. Viitattu 30.1.2020 <https://www.mitta.fi/palvelut/>

Mitta Oy, 2020b. Viitattu 30.1.2020 <https://mitta.fi/palvelut/mittaus/>

Mitta Oy, 2021. Viitattu 19.1.2021 <https://mitta.fi/palvelut/mittaus/>

Salmivaara, L. Päiväkirjaopinnäytetyö harjoittelijana Mitta Oy:ssä

Suomen riskienhallintayhdistys, 2021. Viitattu 15.2.2021 <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>

Väylä, tie- ja ratahankkeiden maastotiedot mittausohje

RHK geodeettiset mittaukset

Raiteen tukeminen, mittaus ja nuotitus Mitta Oy

Martikainen, J. Opinnäytetyö Lämpöväreilyn vaikutus mittausetäisyyksiin ja tarkkuuksiin radan kunnossapitomittauksissa

MCS, 2021. Viitattu 15.2.2021. <https://mcs.fi/pdca-malli-ja-jatkuva-parantaminen/>

Yrittäjät, 2021. Viitattu 19.1.2021 <https://www.yrittajat.fi/pohjois-pohjanmaan-yrittajat/a/uutiset/519625-mitta-oy-oulu-maakunnallinen-yrittajapalkinto-2014>