

Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen



Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen

Liikenneviraston ohjeita 21/2018

Kannen kuva: Markku Nummelin

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-566-2

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Kunnossapito-osasto

Vastaanottaja

-

Säädösperusta

-

Korvaa

-

Kohdistuvuus

Rautatiet

Voimassa

12.6.2018 alkaen toistaiseksi

Asiasanat

Rautatiet, raiteet, tukeminen, raidegeometria, ohjeet

Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen

Liikenneviraston on hyväksynyt ohjeen ”Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen”.

Ohjetta on noudatettava Liikenneviraston tilaamissa toimeksiannoissa sen voimaantulosta alkaen.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Kunnossapidon aluevastaava

Heikki Virtanen

*Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.
Sähköisen allekirjoituksen merkintä on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA

Heikki Virtanen

Liikennevirasto

etunimi.sukunimi(at)liikennevirasto.fi

Esipuhe

Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen -ohje käsittelee raidegeometrian kunnossapitoa koneellisella tukemismenetelmällä sekä siihen liittyviä muita työvaiheita tarvittavin osin. Ohje täydentää Ratateknisissä ohjeissa ja muissa dokumenteissa määritettyjä vaatimuksia ja lähtökohtia tukemistyön suunnitteluun, toteuttamiseen ja laadunvalvontaan.

Ohje on laadittu VR Track Oy Suunnittelussa. Ensimmäinen versio ohjeesta valmistui 2010, jonka jälkeen ohjetta kommentoitiin ja tämän perusteella paranneltiin vuonna 2011. Keväällä 2018 ohjetta kehitettiin edelleen ja saatiin viimein julkaistuksi. Kaikkiaan ohjetta on ollut työstämässä vuosien saatossa useita asiantuntijoita. Mukana ovat olleet Liikennevirastosta Tuomo Viitala, Juha Kansonen, Mikko Heiskanen, Heikki Virtanen, Teemu Poussu, Tuija Myllymäki, VR Track Oy:stä Teuvo Majamäki, Olavi Viitanen, Jorma Soini, Seppo Sjöblom, Jouko Suomalainen, Matti Maijala ja Kari Koskinen. Lisäksi monilta asiantuntijoilta eri tahoilta on kysytty kommentteja ohjeen kehittämiseksi.

Ohjeen kokoamisesta vastasi vuosina 2010–2011 Niko Tunninen ja vuonna 2018 lopullisesta viimeistelystä on vastannut Anton Aronen VR Track Oy Suunnittelusta.

Helsingissä toukokuussa 2018

Liikennevirasto
Kunnossapito-osasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	6
1.1	Tukemistyö osana radanpitoa.....	6
1.2	Ohjeen sisältö ja rakenne.....	6
1.3	Määritelmät	7
2	YLEISTÄ TUKEMISTYÖSTÄ	9
2.1	Tukemisperiaate	9
2.2	Tarkkuusmenetelmän käyttö tukemistyössä.....	9
2.2.1	Mittausperusta ja raidegeometria.....	10
2.2.2	Raidegeometria merkinnät.....	10
2.2.3	Raidegeometrian toleranssit.....	11
2.2.4	Laserohjattu tukemistyö	11
3	TUKEMISTYÖN SUUNNITTELU JA AJOITTAMINEN	12
3.1	Tukemistarpeen määrittäminen	12
3.2	Radan kunnan tunteminen	12
3.3	Tukemismenetelmän valinta	13
3.4	Tukemistyön ajoittaminen.....	13
3.5	Tukemialueen määrittely	14
3.6	Nuotitusmittaukset	15
3.7	Tukemistyön edellyttämien oheistöiden määrittäminen.....	16
3.7.1	Tukemistyön esityöt	16
3.7.2	Tukemistyön aikana tehtävät oheistyöt.....	20
3.7.3	Tukemistyön jälkityöt.....	20
3.7.4	Työsuunnitelman laatiminen	21
4	TUKEMISTYÖN TOTEUTTAMINEN.....	23
4.1	Yleistä	23
4.1.1	Sepelöintitarpeen arviointi.....	24
4.2	Tukemistyö jatkuvakiskoraiteella.....	25
4.3	Tukemistyöhön liittyvät rajoitukset lyhytkiskoraiteilla.....	26
4.4	Tukemistyö linjalla	26
4.5	Tukemistyö vaihdealueella	27
4.6	Viimeistelevät työt	27
5	LAADUNVARMISTUS.....	29
5.1	Tukemistyön jäljen varmistaminen.....	29
5.2	Radantarkastusvaunun mittaukset	29
5.3	Tilaaajalle luovutettavat dokumentit.....	30
5.4	Raidegeometrian ja mittausperustan laadunvarmistus	30
	LÄHDELUETTELO	32
	LIITTEET	
Liite 1	Tukemissyvyydet päällysrakenteen eri komponenteilla	
Liite 2	Raidegeometrian ja mittausperustan poikkeamailmoitus	

1 Johdanto

1.1 Tukemistyö osana radanpitoa

Raiteen ja vaihteen tukemisella tarkoitetaan rataverkon rakentamisessa, uusimisessa ja kunnossapidossa käytettävää koneellista työmenetelmää suunnitelman mukaisen raidegeometrian rakentamiseksi ja ylläpitämiseksi rataverkolla. Oikean raidegeometrian ja mahdollisimman pysyvän raiteen aseman saavuttamisella on olennainen merkitys radan liikennöitävyydelle ja laadukas raidegeometria myös minimoi junista rataan kohdistuvaa kuormitusta. Suunnitelman mukaisella raiteen asemalla varmistetaan kiskojen pysyminen neutraalilämpötilan sallimissa toleransseissa. Samoin sähköradan kunnossapittäminen on tehokkaampaa, kun raiteen asema pysyy mahdollisimman staattisena suhteessa ajolankaan. Toisaalta on huomattava, että jokainen tukemiskerta kuluttaa tukikerroksen raidesepeliä, sitoo erityisesti koneresursseja ja varaa osaltaan ratakapasiteettia. Siksi raidegeometriaan kohdistuvien toimenpiteiden suunnittelu ja toteuttaminen tulee tehdä huolellisesti kohteittain oikeita menetelmiä ja resursseja käyttäen.

Tukemistyöhön liittyy useita eri työvaiheita, joiden osalta ohjeessa määritellään peruseriaatteet työn suunnittelussa ja toteuttamisessa huomioitavista asioista. Tukemistyön laatuun vaikuttaa merkittävästi oheistyöt, joista yhdenkin tekemättä jättäminen johtaa työnlaadun heikkenemiseen. Oheistöillä tarkoitetaan esitöitä, tukemistyön aikaisia töitä ja jälkitöitä. Työvaiheet voidaan jakaa kolmeen osaan: esityöt, tukemistyö ja jälkityöt. Esitöissä valmistellaan tuettava alue tukemistyötä varten. Tukemistyössä työalue tuetaan tukemiskoneella. Jälkitöissä viimeistellään tuettu alue, varmistetaan tukemistyön laatu, luovutetaan tuettu alue liikenteelle sekä dokumentoidaan RATO-ohjeiden sekä kunnossapito- ja urakkasopimusten mukaisesti työvaiheet.

Tukemistyö tulee suunnitella ja toteuttaa voimassaolevia Radanpidon turvallisuusohjeita (TURO) noudattaen.

Tästä ohjeesta poikkeaminen vaatii Liikenneviraston Ratateknisen yksikön kirjallisen luvan.

1.2 Ohjeen sisältö ja rakenne

Ohjeessa käsitellään tukemistyötä sekä tarpeellisin osin siihen liittyviä työvaihteita tukemispäätöksen tekemisestä työn toteuttamiseen ja laadunvalvontaan. Muilta osin viitataan tarvittaessa olemassa oleviin määräyksiin ja ohjeisiin. Ohje on jaettu tukemistyön ja siihen liittyvien työvaiheiden 1) suunnitteluun ja ajoittamiseen, 2) toteuttamiseen linjalla ja vaihteissa sekä 3) laadunvarmistukseen.

Listaus voimassa olevista ohjeista löytyy Liikenneviraston sivuilta
<http://www.liikennevirasto.fi>

1.3 Määritelmät

Urakoitsijalla tarkoitetaan tässä ohjeessa rakennusurakoitsijaa ja kunnossapitäjää.

Sopimuksella tarkoitetaan kunnossapito- ja urakkasopimuksia.

Tukemisella tarkoitetaan tukemiskoneella tehtävää raiteen nostoa, sivusiirtoa ja kallistamista sekä tukikerroksen uudelleenjärjestämistä ja tiivistämistä pölkyn alapuolella tukemishakkujen avulla. Tukemistyössä raidegeometria siirretään suunniteltuun asemaan ja asentoon.

Tukemiskoneella tarkoitetaan ratatyökoneetta, joka on varustettu mittakantamittausjärjestelmällä. Tukemiskone nostaa, siirtää ja kallistaa raidetta sekä uudelleen järjestää sekä tiivistää tukikerroksen pölkyn alapuolella.

Käsintuenta on käsikäyttöisellä työkoneella tehtävää tukemistyötä. Käsintuentaa käytetään kohteissa, joita ei voida tukea tukemiskoneella. Käsikäyttöinen tukemiskone värähtelee tukemistyöhön soveltuvalla taajuudella ja sillä tiivistetään sepeliä pölkyn alle kankeamalla. Käsintuentaa käytetään vain mittakannalla varustetun tukemiskoneen suorittaman tukemistyön yhteydessä.

Tukemispää on kaivinkoneeseen kiinnitettävä laite, jolla tuetaan pistemäisiä kohteita tiivistämällä tukikerrosta ja puristamalla sepeliä pölkkyjen päiden alle. Tukemispäätä käytettäessä on tukemisjälki tarkastettava ennen liikenteelle luovuttamista mittakantamittauksella.

Kunnossapitotuenta on pääsääntöisesti tarkkuusmenetelmällä tehtävä pistemäinen tukemistyö, jonka pituus on tyypillisesti alle 200 metriä. Tukemialueen tulee olla pidempi ja yhtenäinen esimerkiksi, kun korjataan useampia lähekkäin olevia virheitä, tuetaan vaihdealuetta tai virhe sijoittuu kaarrealueelle.

Läpituenta on tarkkuusmenetelmällä tehtävä tukemistyö, jossa tuetaan ensisijaisesti suunnitelmallisesti kokonainen rataosa. Läpituennan avulla parannetaan raidegeometrian tasalaatuisuutta, korjataan pitkän aallonpituuden virheitä, varmistetaan betoniratapölkkyjen oikea tukipinta tukikerroksessa ja varmistetaan tukikerroksen tasalaatuinen jousto-ominaisuus (alustaluku).

Suunnitelman mukaisella raidegeometrialla tarkoitetaan rataosuudelle suunniteltua suunnitelman mukaista raiteen geometriatietoa, joka on rakentamis- tai kunnostushankkeen työn tavoitteena ja jolle on määritetty käyttöön otossa sallitut raja-arvot.

Mittausperustalla tarkoitetaan geodeettisella mittauksella määritettyä kiintopisteverkkoa, jonka sijainti tunnetaan käytössä olevassa vertausjärjestelmässä toleranssien mukaisesti. Raidegeometria mitataan suunniteltuun asemaan mittausperustan kiintopisteiden suhteen.

Suhteellinen menetelmä on tukemismenetelmä, joka perustuu tukemiskoneen omaan mittakantaan. Suhteellista menetelmää käytettäessä on tukemisyksiköllä oltava voimassa oleva raidegeometriatieto ja työssä on huolellisesti hyödynnettävä maastossa tehtyjä geometrian poikkeamahavaintoja ja muutoskohtia osoittavia merkintöjä.

Tarkkuusmenetelmä on tukemismenetelmä, jossa tukemistyö tehdään geometriamittausten ja suunnitelman mukaisen, voimassa olevan raidegeometrian ja mittausperustan suhteen suunnitelluilla nosto- ja sivusiirtoarvoilla (ns. nuotitus).

Nuotituksella tarkoitetaan raidegeometriamittausten perusteella laadittua nosto- ja sivusiirtoarvojen listausta, jota käytetään tarkkuusmenetelmällä työskenneltäessä. Listauksessa esitetään lisäksi raidegeometrian muutos- ja pakkopisteet, sekä tarvittaessa laserohjausvaunun sijoituspisteet.

Johtokiskolla tarkoitetaan tarkkuusmenetelmää käytettäessä kiskoa, jonka suhteen mittaukset on tehty. Nuotitusmittaukset tehdään pääsääntöisesti vain toiselta kiskolta.

Laserohjauksella pidennetään tukemiskoneen mittakantaa ja parannetaan tukemistyön tarkkuutta. Menetelmä perustuu erilliseen tukemiskoneen etupuolelle sijoitettuun laservaunuun sekä tukemiskoneeseen sijoitettuun laservastaanottimeen. Laserohjausta käytetään vain tarkkuusmenetelmän yhteydessä.

Neutraalilämpötila tarkoittaa lämpötilaa, jossa kisko on jännityksettömässä tilassa. Neutraalilämpötilassa kisko on neutraalipituudessa. Normaali neutraalilämpötila on määritelty RATOn osassa 19 ja vaihtelee rataosittain.

2 Yleistä tukemistyöstä

2.1 Tukemisperiaate

Tukeminen perustuu tukemiskoneella tehtävään raiteen nostoon, sivusiirtoon ja kallistamiseen sekä tukikerroksen uudelleenjärjestämiseen ja tiivistämiseen pölkyn alapuolella tukemishakkujen avulla. Tukikerroksen tiivistyminen perustuu raiteen nostolla saavutettuun riittävään tyhjätilaan ja tukemishakkujen tukikerrokseen kohdistamaan värähtelemään kuormitukseen, joka uudelleen järjestää erityisesti sepelitikkerrosta. Uudelleenjärjestäytyminen saadaan aikaan myös raidesoratukikerroksessa, mutta lopputulos ei ole samalla tavoin pysyvä.

On huomattava, että raiteen korkeusasemaa ei voida tukemistyöllä laskea vaan tämä vaatii sepelin poistamista esimerkiksi seulomalla.

Minimi- ja maksiminosto

Raiteen noston suuruus on olennainen tekijä tukemistyön pysyvyydessä. Perusnoston tulee olla vähintään 20 mm, jotta tukikerrosmaalilla on riittävästi tyhjätila pölkyn alapuolella uudelleen järjestäytymiseen. Nostot tulee aina määrittää ylempänä olevan kiskon suhteen, jotta 20 mm miniminosto toteutuu molemmilla kiskoilla. Raidetta kallistettaessa on lisäksi huomioitava kaarteiden sisäkiskon puolella pölkyn siirtyminen alaspäin. Jos nosto ei ole riittävä, tukemisella saavutetaan lähinnä tukikerroksen murskaantuminen. On tilanteita, joissa raidegeometrian asema ylittää suunnittelun korkeusasemansa jo ennen tukemistyötä. Tällöin urakoitsijan ja tilaajan on sovittava jatkotoimenpiteistä keskenään. Raidegeometriasta tehdään poikkeama-ilmoitus luvun 5.4 mukaisesti.

Toisaalta noston määrä on rajoitettu tukemishakkujen vaikutuspinta-alan takia. Liian suurella nostolla tiivistyminen jää vajaaksi ja lopputulos ei täten ole yhtä pysyvä. Nostoa rajoittaa lisäksi tukemiskoneen akselien välinen etäisyys tukemisalueella kiskoon kohdistuvan vetojännityksen takia. Maksiminosto on yleisesti 60 mm raidegeometrian kunnossapitotöissä. Tyypillisesti näin suuret nostot tuetaan useammalla tukemiskerralla. Kiskojännitysten laukominen ja kiskojen neutralointi on suoritettava nosto ja sivusiirto toleranssien ylittyessä tukemistavasta riippumatta.

2.2 Tarkkuusmenetelmän käyttö tukemistyössä

Tarkkuusmenetelmässä raiteen sijainti mitataan takymetrimittauksena. Takymetri on kulma- ja etäisyysmittauslaite, jonka etäisyysmittaus perustuu vaihe-erolaseriin. Tarkkuusmenetelmässä takymetri asemoidaan eli orientoidaan käytössä olevaan vertausjärjestelmään mittausperustan kiintopisteiden suhteen. Tarkkuusmenetelmällä määritetään raiteen keskilinjan ja korkeusviivan sijainti. Mitattua asemaa verrataan suunniteltuun, ja vertailun perusteella määritetään siirtoarvot raidegeometrian siirtämiseksi suunniteltuun asemaan. Siirtoarvojen määrittämistä kutsutaan yleisemmin nuotitukseksi. Siirrot koostuvat pystysuuntaisesta nostosta sekä sivusiirrosta. Mittaus tehdään yleensä vain toisen kiskon suhteen. Tätä kiskoa kutsutaan johtokiskoksi. Tarkkuusmenetelmää käytettäessä tukemistyön tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä laserohjausta. Laserohjausta varten täytyy nuotituksessa määrittää laserlähettimelle sijoituspaikat.

2.2.1 Mittausperusta ja raidegeometria

Rakentamis- tai kunnostushankkeessa raidegeometria mitataan paikalleen mittausperustan suhteen. Raidegeometria on siten sidottu aina siihen mittausperustaan, jonka suhteen lähtötiedot raidegeometrian suunnittelua varten on kerätty ja suunniteltu raidegeometria on mitattu paikalleen. Jos mittausperusta määritetään uudelleen, myös sen suhteen mitattu raidegeometria siirtyy uuden ja vanhan mittausperustan eroavaisuuden verran tarkkuusmenetelmää käytettäessä. Tästä johtuen mittausperustan uusimisen yhteydessä raiteen asema on aina kartoitettava ja raidegeometria on määritettävä uudelleen. Muuten riskinä on, että raide siirtyy pois sille tarkoitettusta asemasta. Mittausperustojen ja raidegeometrioiden toimivuus voidaan kontrolloida vain maastomittauksin. Vaikka raidegeometrian asema ei enää täsmäisi maastossa olevaan todelliseen raidegeometriaan, kannattaa vanhoja raidegeometrioita kuitenkin hyödyntää raidegeometrian päivityksessä, sillä geometriaelementtien suunniteltu muoto saattaa edelleen vastata raiteen todellista asentoa.

Raidegeometriaa on tallennettu ratarekistereihin. Raidegeometriatietojen oikeellisuuteen tulee aina suhtautua kriittisesti. Raidegeometrian toimivuuden voi varmistaa vain maastomittauksella. Ongelmia raidegeometriatiedon käytettävyydelle aiheuttavat mm. mittausperustan tuhoutuminen, raidegeometrian ja mittausperustan oleminen eri vertausjärjestelmissä, raidegeometrioiden pirstaloituminen, rakentamisen aikana tapahtuneita muutoksia ei ole päivitetty raidegeometriatietoon, ei ole tietoa mihin mittausperustaan raidegeometria on sidottu ja voimassaolevaa raidegeometriaa ei ole toimitettu rekisterinpitäjälle.

Kiintopisterekisterissä ylläpidetään mittausperustojen kiintopisteiden tietoja. Mittausperustojen oikeellisuuteen tulee myös suhtautua kriittisesti. Mittausperustan toimivuuden voi varmistaa vain maastomittauksella. Rekisteriin toimitettujen tietojen oikeellisuuteen vaikuttavat mm. mittausperustan tuhoutuminen sekä rekisteritietojen puutteellisuus. Lisäksi kiintopisteet on saatettu määrittää Liikenneviraston ohjeiden vastaisesti, eikä tietoja voida siten viedä rekisteriin ja luovuttaa eteenpäin.

Toiminta tilanteissa, joissa raidegeometrian tai mittausperustan käytön kanssa on ongelmia, ohjeistetaan luvussa 5.4.

2.2.2 Raidegeometria merkinnät

Raidegeometria merkinnöillä esitetään maastossa geometrian muutoskohdat. Aina raidegeometria merkinnät eivät täsmää todellisen raidegeometrian kanssa. Tukemiskoneen kuljettajat käyttävät merkintöjä muutoskohtien paikantamiseen, jolloin niiden toimivuus voimassa olevan raidegeometrian kanssa on varmistettava nuotitusmittauksissa. Urakoitsijan, tukemiskoneen henkilöstön ja mittausorganisaation on tehtävä poikkeamailmoitus raidegeometria merkintöjen ja raidegeometrian ristiriitaisuudesta. Ohjeet poikkeamailmoituksen tekemiseen esitellään luvussa 5.4.

2.2.3 Raidegeometrian toleranssit

Raidegeometrian toleranssit uudelle ja liikenteen käytössä olevalle raiteelle määritellään RATOn osassa 13 "Radan tarkastus". Sopimuksissa voidaan kuitenkin tarkentaa toleranssivaatimuksia. Laatuvaatimuksia ei saa kuitenkaan lieventää ilman Liikenneviraston kirjallista lupaa. Raidegeometrian kartoitusmittausten tarkkuusvaatimukset esitetään RATOn osassa 2 "Radan geometria". Liikenneviraston ohjeita 18/2017 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje esittelee radan kartoitusmittaukset. Tämän ohjeen luvussa 3.6 esitetään tarkkuusmenetelmän käytössä huomioitavat asiat tukemistyössä.

2.2.4 Laserohjattu tukemistyö

Laserohjauksella pidennetään tukemiskoneen mittakantaa ja parannetaan tukemistyön tarkkuutta. Laserohjatulla tukemistyöllä pystytään poistamaan erityisesti pitkäaaltoisia virheitä radasta. Menetelmän käyttö rajoittuu ainoastaan suorille raideosuuksille, joiden kohdalla ei ole pystypyöritystä. Laserohjausta käytettäessä voimassaolevan raidegeometrian ja mittausperustan luotettavuus on varmistettava ennen tukemistyötä. Laserohjattua tukemistyötä on käytettävä aina, kun se on mahdollista. Radan kunnostushankkeissa ja rakentamisessa laserohjatulle tukemistyölle on usein riittävät edellytykset.

3 Tukemistyön suunnittelu ja ajoittaminen

3.1 Tukemistarpeen määrittäminen

Tukemistyön sekä siihen liittyvien muiden työvaiheiden tarve määräytyy vuosittain pääosin seuraavista tekijöistä:

- radan tarkastuksista radanpitäjän määrittelemien toleranssien ja tavoitteiden avulla määräytyvä kunnossapidon tukemistarve alueittain
- uudisrakentamis- ja uusimiskohteiden edellyttämä tukemistarve

Kiireellisissä tapauksissa, esimerkiksi kun raiteentarkastusvaunun mittaustuloksissa on *-luokan virheitä, on kohde arvioitava välittömästi ja korjattava liikennöitävään kuntoon kunnossapitotason virherajojen mukaisesti. Jos korjaustoimenpidettä ei voida heti toteuttaa, on alueelle asetettava liikennöinnin mahdollistava nopeusrajoitus. (RATO 13 "Radan tarkastus")

Tukemistyöstä on tehtävä työsuunnitelma, joka hyväksytetään tilaajalla ennen tukemistyötä.

3.2 Radan kunnan tunteminen

Radan kunnan tunteminen perustuu erityisesti RATO:n osissa 13 "Radan tarkastus", 14 "Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito" ja 15 "Radan kunnossapito" määritettyihin tarkastuksiin ja toimenpiteisiin. Radan kuntoa arvioitaessa on huomioitava myös kerätty historiatieto eri tarkastuksista ja mittauksista sekä toteutetuista kunnossapitotoista, jotta ongelmatilanteissa osataan suunnitella oikeat ja riittävät toimenpiteet muodostuneen virheen korjaamiseksi. Usein historiatiedon ja peräkkäisten mittausten analysointi paljastaa tarkastelualueelta ongelmakohtia, joissa kunnossapitoa on jouduttu tekemään tiheämmin. Tyypillisiä ongelma-alueita ovat esimerkiksi päällysy- ja alusrakenteen epäjatkuvuuskohtat, pehmeikköalueet ja sillan siirtymäalueet.

Tärkeimpänä radan kunnan indikaattorina käytetään radantarkastusvaunujen tekemiä mittauksia, jotka tehdään pääraiteilla 2–6 kertaa vuodessa riippuen radan kunnossapitotasosta. Julkaisussa "Raiteen tarkastustulokset ja niiden tulkinta" on määritetty tarkemmin mitattavat suuret ja annettu ohjeita mittaustulosten sisällön analysointiin. Tarkastusvaunun mittauksia täydennetään muilla mittauksilla ja maastokatselmuksilla radanpidon ohjeiden mukaisesti. Pidemmällä aikavälillä käytetään hyödyksi myös radan pidon tilastoja ja rekistereitä.

Radan tarkastuksista laaditaan vuosittain yhteenvetoraportteja kunnossapito- ja korvausinvestointitarpeen arvioimista ja ohjaamista varten. Keskeisiä raportteja ovat mm. kevään ja syksyn tarkastusajojen loppuraportit sekä vuosittainen raportti, jossa analysoidaan rataverkon kunnan kehittymistä laajemmin.

3.3 Tukemismenetelmän valinta

Tukemismenetelmän valinta on riippuvainen ensisijaisesti rataosan kunnossapitotasosta, kiskotuksesta (kiskon jatkuvuus) ja tuettavan kohteen laajuudesta alla luetellusti. Jatkuvakiskoraide on aina tuettava tarkkuusmenetelmällä.

Kunnossapitotason 1, 1A, 1AA, 2 ja 3 radat

Tukemistyössä tulee käyttää tarkkuusmenetelmää suunnitelman mukaisen raidegeometrian ylläpitämiseksi. Radanpitäjä voi rataosakohtaisesti (tai yksittäisellä rataosuudella, esim. tunnelissa) vaatia raidegeometrian ylläpitämistä suunnitelman mukaisessa raidegeometriassa RATO-ohjeita tiukemmalla toleranssilla, jolloin tukemistyön tulee aina perustua tarkkuusmenetelmään.

Suhteellisella menetelmällä tehtävä kunnossapitotuenta sallitaan pistemäisissä kohteissa, kun korjataan raiteentarkastuksessa esille tulleita kiireellisiä virheitä. Suhteellisella menetelmällä tuettaessa kohteet on tarkastettava tarkkuusmenetelmällä viimeistään kuukauden kuluessa tukemistyöstä.

Kunnossapitotason 4, 5 ja 6 radat

Suhteellisella menetelmällä tehtävät kunnossapitotuennat ovat pääasiallisesti riittäviä. Tukemistöissä tulee kuitenkin seurata geometrian kehittymistä erityisesti kaarrealueilla. Tarkkuusmenetelmää tulee tarvittaessa käyttää alueilla, joissa raidegeometrian toleranssit ovat esim. aukean tilan ulottuman takia pieniä kiinteiden esteiden läheisyydessä. Jos voimassaolevaa raidegeometriaa ei ole olemassa, voidaan tukemiskoneella suorittaa mittausajo, jossa mitataan mittakantamittauksella tuettavan kohteen raidegeometrian asento.

3.4 Tukemistyön ajoittaminen

Tukemistyön ajoittaminen on riippuvainen mm.

- muodostuneen virheen vakavuudesta (C, D, vai *-luokka) – työn kiireellisyys
- käytössä olevista resursseista (koneille määritellään tarvittaessa suoritusjärjestys)
- saatavissa olevista ratavarauksista (ratatyö, liikeneraot)
- tarvittavista oheistöistä sekä niiden kestosta
- sääolosuhteista (erityisesti keväällä ja kuumina kesäpäivinä)
- muista kunnossapitotöistä alueella (yhteensovittaminen)
- työlle tarvittavista luvista

Työn kiireellisyys on erityisesti riippuvainen virheen suuruudesta. Tätä varten on radantarkastusvaunun mittauksissa virheet lajiteltu vakavuuden mukaan seuraaviin luokkiin (RATO 13 "Radan tarkastus"):

- **C-luokan virhe** on alkava virhe
- **D-luokan virhe** on sisällytettävä kunnossapitosuunnitelmaan ja korjattava lähitulevaisuudessa
- ***-luokan virhe** on välittömästi korjattava virhe

Jos D-luokan virheitä on useampia lyhyellä matkalla (esim. noin 100 metriä), tämä saattaa aiheuttaa kaluston kulkuun epästabiilia kulkua. Esimerkiksi alle 500 metrin päässä toisistaan olevat virheet kannattaa tukea tarkkuusmenetelmää käytettäessä samalla tukemiskerralla niin, että virhekohtien välinen raide tuetaan yhtenäisen raidegeometrian saavuttamiseksi.

Tukemistyöt tulee yhteensovittaa muiden rataosalla tai kunnossapitoalueella tehtävien kunnossapito- tai korjaustöiden kanssa. Erityisesti kiireettömissä tapauksissa tukemistöitä kannattaa niputtaa yhdelle aikavälille, jotta optimoidaan resurssikäyttöä ja ratakapasiteetin käyttöä. Lisäksi työn suunnittelulle ja oheistöiden toteuttamiselle tulee varata riittävästi aikaa.

Ajoituksessa on huomioitava myös mm. melu- tai pölyhaittaan tarvittavat luvat. Jos työalueeseen sisältyy tasoristeyksiä, on kansirakenteiden puruista tiedotettava paikallisia viranomaisia. Jos kantta ei pureta, on varmistettava riittävä liikenteen ohjaus ja ilmoitusmenettely tasoristeyksillä.

Tukemistyön ajankohdasta on huomioitava, että tukemistyötä tulee välttää liian aikaisin keväällä. Tällöin routa ei ole välttämättä sulanut eikä tukemistyöllä välttämättä saavuteta pysyvää raiteen asemaa. Lisäksi kevään aikana kiskon lämpötila vaihtelee merkittävästi, minkä seurauksena riski hellekäyrään on suurempi.

3.5 Tukemisalueen määrittely

Tuettava alue määritetään pääsääntöisesti raiteentarkastusvaunun mittaustulosten perusteella (erityisesti kunnossapitotuenta). Tukemisalueen määrittelyssä on huomioitava mahdollisuuksien mukaan, että

- esityöt saadaan toteutettua ennen tukemista koko tukemisalueella (mm. tasoristeysten kansirakenteen purkaminen, mittaukset)
- koko virhealue saadaan tuettua (ns. "nollasta nollaan" periaate)
- aloitus- ja lopetuskohdalla ei ole vaaka- tai pystysuuntaisia virheitä ja kallistus on paikallisen geometrian mukainen
- alku- ja loppuviisteet eivät sijoitu siirtymäkaaren alueelle tai vaihealueelle (erityisesti siirtymäkaari tulee aina tukea kokonaisuudessaan)
- tehtävien muutosten suuruus on kohtuullinen suhteessa käytössä olevaan työskentelyaikaan
- läpituentojen osalta on eroteltava alueet, joilla on tehtävä esituentaa, jotta läpituentavaiheessa nostot pysyvät tasaisina 20–50 mm

Tarvittavien alku- ja loppuviisteiden pituus on riippuvainen noston suuruudesta. Viisteiden kaltevuus tulee olla vähintään 1:1000. Yksittäinen korkeuspoikkeama (painuma) esimerkiksi eristysjatkoksen kohdalla voidaan tukea ilman alku- ja loppuviisteitä.

Yksittäisen tukemisalueen määrittelyssä on huomioitava käytössä olevan koneen ominaisuudet ja suorite sekä se minkä tyyppistä virhettä korjataan. Esimerkiksi pitkän kaaren kallistusvirheen poistaminen edellyttää tukemisaluetta, jossa tuetaan koko kaari, siirtymäkaaret sekä alku- ja loppuviisteet. Kyseinen työ vaatii myös pidemmän työraon.

Vaihteiden osalta tukemisalueen määrittämisessä on huomioitava mm. seuraavat asiat:

- Toisiinsa liittyvät vaihteet (esim. peräkkäiset vaihteet raiteenvaihtopaikalla) on kartoitettava aina samalla kertaa (tehtävästä muutoksesta riippuen voi olla tarpeen tukea kaikki toisiinsa liittyvät vaihteet).
- Jos tukemisalueeseen liittyy useita vaihteita, on työsuunnitelmassa yksiselitteisesti esitettävä tukemisjärjestys (jos vaihteet ovat rinnakkain, niin suuremman noston omaava vaihde nostetaan ensiksi). Tukemisjärjestys on esitettävä tukemistyön suunnitelmassa.
- Vaihdealueeseen kuuluvat vaihde sekä etäisyys V (maksinopeus vaihteessa km/h) / 2 (metriä) etu- tai takajatkoksesta (huomioitava erityisesti linjatukemisen rajoitteena). Useaan kertaan tuetut vaihdealueet nousevat tyypillisesti linjaosuuksia korkeammalle. Tukemistyö on tarvittaessa aloitettava ennen vaihdealuetta ja lopetettava vaihdealueen jälkeen, jotta aloitus- ja lopetusviisteiden kasautuminen ei aiheuta rataa ylimääräisiä pystytaitteita.
- Jos vaihteen etu- tai takajatkos liittyy suoraan siirtymäkaareen, on vaihteen tuennan yhteydessä tuettava vähintään koko siirtymäkaari. Tukemistyö voidaan lopettaa ympyräkaarelle, jos geometria on toleranssien mukainen. Lopetusviisteen on tultava ympyräkaaren puolelle kokonaisuudessaan.
- Viisteet eivät saa ulottua seuraavien lähimpien vaihteiden vaihdealueille.

Tukikerroksettomat sillat ja vastaavat pakkopisteet

- Tukemistyötä varten on koottava määritetyltä alueelta tiedot sellaisista epäjatkuvuuskohdista, joilla on merkitystä työn suorittamiseen tai lopputulokseen. Epäjatkuvuuskohtia ovat mm. kiskopainon muutos, pölkkytyypin muutos ja tukikerrokseton rakenne.
- Työalueen rajoittuessa tukikerroksettomaan rakenteeseen on nuottien yhteydessä tarvittaessa käytettävä ns. teoreettisia jatkeita, joilla varmistetaan oikeat nostot rakenteen läheisyydessä.

3.6 Nuotitusmittaukset

Tukemiskoneelle laadittavassa nuotituksessa esitetään vähintään seuraavat tiedot:

- mittaaja ja organisaatio
- laskija (jos eri kuin mittaaja)
- ajankohta
- käytetty mittauskalusto
- vertaus- ja korkeusjärjestelmä
- käytetty raidegeometria
- rataosa
- tuettavat raiteet ja tukemisalueet (km + m – km + m)
- johtokisko
- geometrian muutospisteet ja geometrian tiedot (säteet, kallistukset, elementtien pituudet ja tarvittaessa pystygeometria)
- geometrian pakkopisteet (sillat, tasoristeykset, jne.)
- nostot ja sivusiirrot suoralla ja kaarteissa 20 metrin välein
- nostot ja sivusiirrot tarvittaessa tiheämmin esimerkiksi laiturialueella ja vaihteissa
- tukemisjärjestys
- laserpisteiden paikat olosuhteista riippuen enintään 200–280 metrin välein

Aloitus- ja lopetuspiste merkitään maastoon maalausten ja tarvittaessa lisäksi mitta-keppien avulla. Maalaukset tehdään tukikerrokseen heijastavalla maalilla, josta merkintä "sekoittuu" tukemistyön yhteydessä. Merkintöjä ei tule pölkkyyn, josta ne eivät poistu tukemistyön jälkeen.

Jos tukemialueella on pystysuuntaisia taitteita geometrian pakkopisteiden (esimerkiksi vaihdealueen, tasoristeyksen tai sillan) kohdalla, on nuotituksen suunnittelun yhteydessä laskettava tukemiskonetta varten ns. teoreettiset jatkeet. Teoreettiset jatkeet mahdollistavat, että suunnitellut nostoarvot toteutuvat kohteessa, kuten ne on määritetty. Jatkeen pituus määritellään konekohtaisesti.

Geometrian toleranssit laiturialueella on esitetty RATO:n osassa 16 "Väylät ja laiturit".

3.7 Tukemistyön edellyttämien oheistöiden määrittäminen

Tukemistyö on kokonaisuus, johon kuuluu itse tukemistapahtuman lisäksi monia oheistöitä, jotka yhdessä määrittävät tukemistyön laadun. Yhdenkin oheistyön tekemättä jättämisellä voi olla suuri vaikutus tukemistyön laatuun. Onnistunut tukemistyö vaatii suunnitelman, jossa kaikki vaadittavat oheistyöt määritetään oikeassa työjärjestyksessä ennen ja jälkeen tukemistapahtuman. Tukemistyön suorittamisesta on tehtävä työsuunnitelma, jossa kaikki tarvittavat oheistyöt määritellään ja niiden suoritukset kuitataan. Työsuunnitelman sisältö esitetään luvussa 3.7.4.

Seuraavassa esitellään tukemistyöhön liittyvät oheistyöt esi- ja jälkitöiden osalta. Esityöt jakaantuvat ajallisesti kahteen osaan: ennen ja juuri ennen tukemistyötä tehtäviin esitöihin. Jälkityöt voidaan jakaa kahteen osaan samalla periaatteella: heti tukemistyön jälkeen ja tukemistyön jälkeen suoritettaviin tehtäviin. Juuri ennen tukemistyötä ja heti tukemistyön jälkeen suoritettavat tehtävät tarkennetaan *-merkinnällä.

3.7.1 Tukemistyön esityöt

Työalueen määrittäminen

- Urakoitsija määrittää työalueen yksiselitteisesti (rataosa, raiteen tunnus ja työalueen alku- ja loppupisteet ratakilometrijärjestelmän mukaisesti). Urakoitsijan on varauduttava työalueen mahdolliseen laajentumiseen radanrakenteista esimerkiksi sähköradasta, pehmeikköalueesta, turvalaitteista ja raidegeometriasta johtuen.

Tukemistyön olosuhteiden varmistaminen

- Sääolosuhteiden tulee olla kunnossa tukemistyön aikana. Tukemistyötä ei voida tehdä esimerkiksi jäätyneessä tukikerroksessa tai kuumina kesäpäivinä. Erityisesti jatkuvakiskoraiteilla on lämpötilarajoitukset otettava huomioon, koska löyhtyneessä tukikerroksessa hellekäyrän riski tai riski talvella kaaren siirtymiseen sisäänpäin kasvavat merkittävästi! Suositeltava lämpötilaväli (kiskon varresta mitattuna) on tukemistyölle +5...+27 °C. Työssä on lisäksi huomioitava jatkuvakiskoraiteen neutraalilämpötilasta aiheutuvat rajoitukset.

Tukemistyön turvallisuus ja työrajojen riittävyys

- Työlle on tehty ratatyöilmoitus ja työstä on ilmoitettu liikenteenohjaukselle JETI-järjestelmään voimassa olevien määräysten mukaisesti. Lisätiedot Radanpidon turvallisuusohjeesta (TURO).
- Kaikki oheistyöt tehdään Radanpidon turvallisuusohjetta noudattaen.
- Tasoristeyskannen purkua varten tulee anoa lupa yleisillä teillä tieviranomaiselta ja kaduilla paikalliselta viranomaiselta. Purkamisesta on tiedotettava poliisia ja pelastusviranomaisia. Tasoristeyskannen purkamisesta on ilmoitettava maastoon vietävällä taululla ennen tukemistyötä. Taulussa esitellään tukemistyön aikataulu sekä mahdollinen kiertotie. Liikennettä haittaavasta työstä on ilmoitettava Liikenneviraston Tieliikennekeskukseen.
- Taajama-alueella tms. on varmistettava, että tukemiselle ja siihen liittyville muille töille saadaan luvat melu- ja/tai pölyhaitasta paikallisten viranomaisten kanssa. Erityisesti sepelinlastaus aiheuttaa merkittävästi melu- ja pölyhaittaa.
- Tukemistyötä suunniteltaessa on varmistettava työrajoitukset ovat riittäviä tukemiskoneen liikkumiseen työkohteeseen, tukemistyön suorittamiseen ja siirtymiseen takaisin tukemiskoneen tukeutumispisteelle. Työrajoitusten tulee riittää myös kaikkien vaadittujen oheistöiden tekemiseen.

Nuotitusmittaukset

- Tarkkuusmenetelmää käytettäessä on suoritettava nuotitusmittaukset. Nuotitusmittauksella määritetään siirto- ja nostoarvot sekä geometrian muutoskohdat tukemiskoneelle. Lisäksi merkitään radan pituusmitat tukemiskoneen sijainnin määrittämiseksi. Suunnitteluvaiheessa on varmistettava, että erityisesti siirtymäkaari alkaa (SA) ja siirtymäkaari päättyy (SL) pisteet paikannetaan tukemistyössä oikein maastomerkinnöistä tai muilla tavoin. Muutoin raidegeometriaan syntyy helposti sivusiirtoja ja poikkeamia, jotka toistuvasti aiheuttavat geometrian "vaeltamisen".
- Urakoitsijan on toimitettava mittausorganisaatiolle voimassa oleva raidegeometria ja kiintopistetiedot työalueelta. Raidegeometrian tietoja voi tarvittaessa pyytää Ratarekisteristä ja kiintopisteiden tietoja Kiintopisterekisteristä.
- Nuotitusmittauksesta saatavien nosto- ja siirtoarvojen perusteella arvioidaan tukikerrosateriaalin riittävyys sekä ajolangan säätötarpeet.
- Tukemistyön suunnittelussa tulee huomioida työtä rajoittavat geometrian pakkopisteet, kuten laiturirakenteet, tasoristeyskannet ja sillat.
- Tukeminen siirtymäalueilla esim. silloille, kiintoraiderakenteille tai vaaonille tulee suunnitella tarkasti huomioiden tarvittavat korjausarvot (ns. teoreettiset jatkeet) tukemiskoneelle.

- Nuotitusmittauksissa määritetään vaihdealueille alustava tukemisjärjestys. Lopullinen tukemisjärjestys on sovittava urakoitsijan, vaihdeasiantuntijan ja mittaaajan kesken, jotta kaikki tukemisjärjestykseen vaikuttavat tekijät tulevat huomioiduksi.
- Ennen nuotitusmittausta on varmistettava, että raiteensiirtoarvot ovat ajan-tasaiset. Muuten nuotitusmittaukset on suoritettava uudelleen, koska raiteen asema on voinut muuttua mm. liikenteen kuormituksesta johtuen mittaus-ajankohdan asemasta.

Radanpäällysrakenteen kunnostaminen

- Tukikerrosmateriaalia tulee olla riittävästi tukemistyötä varten. Tukemistyötä suunniteltaessa on tarkastettava lisäsepelöinnin tarve huomioiden myös tukemisessa tehtävien nostojen suuruus. Tukemistyön jälkeen tukikerros tulee täydentää siten, että se on pölkyn alueella pölkyn yläpinnan tasolla. Tukikerroksen leveyden ja rakenteen reunoille muotoiltavan palteen on oltava määräysten mukaiset (ei koske ratapihoja tms). * Yli 160 km/h nopeusrajoituksen radalla sepelöinti on tehtävät samassa työraossa tukemistyön kanssa.
- Tukikerrosmateriaalin kunto tulee olla riittävän hyvä, jotta tukikerroksessa aiheutuu pysyvä uudelleenjärjestäytyminen ja tiivistyminen pölkyn alapuolella tukemisen vaikutuksesta. Korkea hienoainespitoisuus ja sepelin pienentyneet raekoko heikentävät merkittävästi tukemistuloksen pysyvyyttä. Esimerkiksi laiturialueilla hiekoitushiekka heikentää tukikerrosmateriaalin kuntoa.
- Vaihdealueella tulee selvittää vaihteiden nykyinen kunto. Erityisen olennaista on tietää, onko vaihdetta kiilattu esimerkiksi risteysalueelta taipuneiden pölkkyjen johdosta. Tarvittaessa on sovittava alueen vaihdemestarin kanssa riittävästä korjaustoimenpiteistä ennen tukemista. Kiilaukset on poistettava ennen tukemistyötä.
- Vaihteen jatkosalueella vastakkain olevien pölkyn päiden välinen alue on avattava poistamalla sepeli ja on varmistettava, ettei sepeliä pääse poistettuun kohtaan tukemistyön aikana. * Suoritettava juuri ennen tukemistyötä.
- Pölkkyjen ja kiskonkiinnitysten tulee olla riittävän hyvässä kunnossa ja kiinnitykset tulee tarvittaessa kiristää, jotta tuettaessa myös pölkky nousee kiskosta nostettaessa. Muutoin pölkky ja/tai tukemiskone voivat vikaantua.
- Kiskon kulkupinnan tulee olla riittävän hyvässä kunnossa. Merkittävästi kulunut kisko voi johtaa mittauslaitteistoissa virheellisiin tulkintoihin ja pahimmassa tapauksessa mittauslaitteiston suistumiseen ja vaurioitumiseen.
- Pölkkyväli ja pölkkyjen kohtisuoruus raiteessa tulee tarkastaa. Pölkkyvälin tulisi olla vakio (yleensä noin 61 cm) jatkuvakiskoraiteilla. Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteilla on huomioitava tiheämpi pölkkyväli kiskonjatkosalueella RATO 11 "Radan päällysrakenne" mukaisesti. Välin vaihtelu sekä vinot pölkkyt voivat hidastaa tukemistyötä merkittävästi. Linjatukemiskoneilla, jotka tukevat useampia pölkkyjä kerrallaan ja joissa tukemishakkuja ei voida kääntää tai tukemisyksiköjä erottaa toisistaan, tukemistyö voi myös estyä.

- Tukemissyvyys tulee määrittää siten, että tukemishakun yläreuna asettuu 15–20 mm pölkyn alapuolelle (liite 1). Pitkällä tukemisalueella tulee syvyys tarkastaa pölkkytyypin muuttuessa. Myös betonipölkyn alapintaan mahdollisesti kiinnitetty pohjain on huomioitava.

Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen

- Tukemisalueella tulee päällysrakenteesta purkaa työn ajaksi kaikki tukemistyön estävät rakenteet. Näitä ovat mm.
 - o tasoristeysten kansirakenteet
 - o akselinlaskijoihin liittyvät laitteet raiteessa (ei saa tukea 10 m lähemmäksi)
 - o kuumakäynti-ilmaisimiin liittyvät laitteet raiteessa
 - o pyörävoimailmaisimiin liittyvät laitteet raiteessa
 - o eristysjatkokselle mahdollisesti tehty levynosto (painuman väliaikainen korjaus) ja jatkosten yhdyskaapelin suojaputki tai -levy
 - o vaihteiden lämpöeristys-elementit ja lumiharjat on poistettava
 - o lumenohjaimet on poistettava pitkissä vaihteissa
 - o erotusjaksojen magneetit
 - o baliisit
- * Esteiden purkaminen juuri ennen tukemistyötä esteestä riippuen.
- Tukemisalueella tulee selvittää, onko tukemiselle esteitä johtuen esimerkiksi ohuesta tukikerroksesta sillalla. Esteen kohdalla tukeminen voi rikkoa kohteen rakennetta ja/tai konetta.
- Silloilla, joissa on suojakiskot, tukemistyö on tehtävä vaihteentukemiskoneella. Vaihtoehtoisesti suojakiskot voidaan purkaa tilapäisesti tarvittavilta osin.
- Junankulunvalvontaan liittyvien ilmaisimien yms. laitteiden purkamisesta on ilmoitettava vähintään 1 kk ennakoon Liikenneviraston tekniseen valvomoon.

Suojattavat, siirrettävät ja varottavat rakenteet

- Työalueella on suojattava, siirrettävä ja varottava mm. seuraavia rakenteita
 - o Työalueella olevat johdot ja kaapelit, kaapelinäytöt on tehtävä tarvittaessa
 - o Sähkörataan liittyvät johdot, laitteet ja rakenteet
 - o Turvalaitteisiin liittyvät johdot, laitteet ja rakenteet

Sähköradan tarkastaminen

- Siirto- ja nostoarvoista riippuen ajolangan asema täytyy mitata ja varmistaa, että kääntöorsissa on riittävät säätövarat raiteen siirtämistä varten. Tarvittaessa kääntöorret on uusittava.

3.7.2 Tukemistyön aikana tehtävät oheistyöt

- Vaihdealueen tukemistyössä on lisäksi työn aikana huomioitava, että takajatkosalueella myös kolmatta kiskoa on nostettava (jos koneessa ei ole kolmannen kiskon nostolaitetta, on käytettävä apunoston tekevää työryhmää). Vaihdealue tulee tukea aina kerralla valmiiksi.
- Vaihteista on aina tuettava kankikoneella asetinpölkkyt ja risteysalueet parityöskentelynä. Parityöskentelyllä tarkoitetaan esimerkiksi asetinpölkyn käsintuentaa yhtäaikaaisesti kahdella kankikoneella. On varmistettava, että tukikerros tiivistyy riittävästi ja että kulkukiskojen alla on riittävä kantavuus.

3.7.3 Tukemistyön jälkityöt

Tukemistyön suunnitteluvaiheessa on varattava riittävät resurssit ja aikataulu myös tukemisen jälkitöille, joiden avulla rata saatetaan liikennöitävään ja määräysten mukaiseen kuntoon. Suunnitteluvaiheessa on huomioitava mm. seuraavat kohteet:

Radan päällysrakenteen viimeistely

- Tukikerroksen täydentäminen ja muotoilu niin, että tukikerros on riittävässä mitoissa huomioiden radan suurin nopeus. *Hetimitukemistyön jälkeen.
- Sepelin harjaus on tehtävä 1AA, 1A ja 1 radoilla välittömästi tukemistyön jälkeen, 2 kunnossapitotason raiteilla viimeistään kahden vuorokauden kuluessa tukemistyöstä ja kunnossapitotasoilla 3–6 kahden viikon kuluessa tukemistyöstä. Tarvittaessa on asetettava tilapäinen nopeusrajoitus, jos sepeliä ei ehditä harjata pois ennen liikenteelle luovuttamista. *Hetimitukemistyön jälkeen yli 160 km/h radoilla.
- Raiteen komponentit tulee tarkastaa ja viallisista komponenteista on välittömästi ilmoitettava urakoitsijalle (erityisesti kiskonkiinnitysten kiristystarpeen osalta). Kiskonkiinnitysalue tulee myös puhdistaa irtonaisesta sepelistä. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Ennen vaihteen luovuttamista liikenteelle on varmistettava vaihteen toimivuus. Ylimääräinen sepeli on poistettava kielisovituksista sekä risteysalueelta. Lisäksi on varmistettava, ettei vaihdealueelle jää eristysvikaa. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Jos nostot tai sivusiirrot ovat olleet suuria tai niitä on tehty useampina tukemiskertoina samalla alueella, on tehtävä tarpeelliset toimenpiteet RATO:n osan 19 "Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet" kohdan 19.6. "Työskentely jatkuvakiskoraiteella" mukaisesti kiskon oikean neutraalilämpötilan varmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti kiskon neutraalilämpötila voidaan määrittää neutraalilämpötilanmittauslaitteella. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Jos nostot ja sivusiirrot ovat suuria, on lisäksi selvitettävä muutoksen vaikutus ja tarpeelliset toimenpiteet ajolangan suhteelliseen sijaintiin sähköistetyllä radalla. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Tukikerroksen stabilointi, jos se on erikseen tilattu.

Purettujen tukemistyön esteiden asentaminen ja käyttöönotto

- Tukemistyötä varten puretut laitteet ja rakenteet tulee asentaa takaisin paikoilleen sekä niiden toiminta on varmistettava. *Hetimitukemistyön jälkeen

Vaihteen mittaus ja tarkemittaukset

- Vaihdeasiantuntija suorittaa vaihteen tarkastuksen RATO-ohjeistuksen mukaisesti ennen liikenteelle luovutusta. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Tarkemittaukset voidaan tilata erikseen laadunvarmistuksen parantamiseksi kriittisissä kohteissa. Kriittisiä kohteita ovat esimerkiksi yksittäiset vaihdealueet ja kaartet, joissa suunnitellun raidegeometrian ylläpitäminen on haastavaa. Suhteellisella menetelmällä tuettaessa raiteen asema on tarvittaessa mitattava takymetrimittauksella (lisätiedot luku 3.3).

Sähköradan tarkastaminen

- Ajolanka on mitattava ja säädettävä muuttuneen raiteen aseman mukaiseksi toleranssien ylittyessä. Tarve on selvitettävä nuotituksen yhteydessä ja muutokset on suunniteltava tehtäväksi tukemistyön jälkeen tai asetettava tarvittava nopeusrajoitus. *Hetimitukemistyön jälkeen

Tukemistyön laadunvarmistaminen ja luovuttaminen liikenteelle

- Tukemiskoneen esimies tarkastaa, että tukemisjälki on RATO13-ohjeen mukaisissa toleransseissa ja ilmoittaa tästä urakoitsijalle. *Hetimitukemistyön jälkeen
- Urakoitsija tarkastaa, että kaikki oheistyöt on tehty työsuunnitelman mukaisesti, jotta tukemistyön laadusta voidaan varmistua ja työalue voidaan luovuttaa turvallisesti liikenteelle. *Hetimitukemistyön jälkeen

Dokumentaatio

- Tukemistyöstä laaditaan RATO-ohjeiden ja sopimusten mukainen dokumentaatio.
- Tämän lisäksi työsuunnitelman arkistoidaan ja luovutetaan tilaajalle tukemistyön jälkeen.

3.7.4 Työsuunnitelman laatiminen

Tukemistyötä varten laaditaan työsuunnitelma, joka sisältää keskeiset tiedot mm. tukemialueesta, työn toteuttamisesta ja reunaehdoista. Suunnitelman laatiminen on tehtävä yhteistyössä radan rakentamisen ja kunnostamisen asiantuntijoiden kanssa mm. mittauksen ja rata-, kone-, sähkörata- sekä turvalaiteasiantuntijoiden kanssa. Näin tukemistyöstä muodostuu selkeä kokonaisuus ja kaikki asiat tulevat huomioituksi. Koska raidegeometrian muutokset vaikuttavat mm. kiskon jännitystiloihin, aukean tilan ulottumaan ja ajolangan suhteelliseen sijaintiin, on työsuunnitelmassa tarvittaessa esitettävä toimenpiteet näiden osalta. Työsuunnitelma mahdollistaa osaltaan työn laadunvarvioinnin jälkeenpäin. Työsuunnitelmaan kuitataan jokaisen oheistyön suorittaminen.

Eri työtavoista läpituenta edellyttää perusteellisen työsuunnitelman laatimista. Kunnossapitotuennan osalta, joka voidaan joutua toteuttamaan kiireellisestikin, riittää suppeampi suunnitelma. Työsuunnitelmassa on esitettävä seuraavat tiedot:

- työstä vastaavat henkilöt yhteystietoineen
- tukemisen syy
- radantarkastusvaunun tulosteet alueelta (mitä virheitä korjataan)
- tukemisalue (rataosa, raiteet, vaihteet, aloitus- ja lopetuspisteet)
- radan kunnossapitotaso tukemisalueella
- nopeustaso ja mahdolliset nopeusrajoitukset alueella
- toteutusajankohta ja ratatyövaraukset
- tukemiskone ja muut koneresurssit
- kaikki tukemistyötä varten tarvittavat oheistyöt
 - esityöt (Luku 3.4.1)
 - tukemistyön aikaiset työt (Luku 3.4.2)
 - jälkityöt (Luku 3.4.3)

Käyrätulosteeseen voidaan merkitä suunniteltu tukemisalue. Työsuunnitelmaan voidaan yhdistää useampia tukemiskohteita, kun ne tehdään samoilla koneresursseilla.

4 Tukemistyön toteuttaminen

4.1 Yleistä

Ennalta suunnitellun tukemistyön toteuttamisvaiheessa tulee työn olla valmisteltu siinä laajuudessa, että tukeminen kohteessa voidaan toteuttaa tehokkaasti. Tämä edellyttää mm. seuraavien ehtojen täyttymistä

- tukemialue ja tarvittaessa tukemisjärjestys (vaihealueella) on määritetty yksiselitteisesti
- tukemistyön esteet on purettu
 - o esteet joita ei ole purettu, on listattu ja selkeästi merkitty maastoon
- päällysrakenteen kunto on varmistettu riittävin toimenpitein, mm. seuraavat asiat
 - o kiskon kiinnitykset on tarkastettu ja korjattu (usein kiristetty) tarvittaessa
 - o kiskoviat korjattu ja eristykset tarkastettu
 - o jatkosovitukset on tarkastettu ja kunnossa
 - o rikkonaiset pölkkyt on vaihdettu
- työlle on tehty ratatyöilmoitus ja työstä on ilmoitettu liikenteenohjaukselle JETI-järjestelmään voimassa olevien määräysten mukaisesti. Lisätiedot Radanpidon turvallisuusohjeesta (TURO)
- tukemiskone ja muut koneresurssit ovat toimintakunnossa ja tarkastettu
- tukemistyön lämpötilarajat (kiskosta mitattuna) ovat tiedossa
 - o jatkuvakiskoraiteille on laadittu loppuhitsauspöytäkirja, jossa lämpötilarajat on esitetty (tarvittaessa rajat määrittää alueen hitsausmestari)
 - o mahdollinen neutralointitarve ja toimenpiteet on esitetty työsuunnitelmassa
- jos työn yhteydessä tehdään täydennyssepelöintiä, on sepeliä varattu riittävästi
 - o jos sepelöinti tehdään tukemiskoneen edellä, on sepelöintityöryhmällä oltava tieto sepelöintitarpeesta sijaintitiedon km+m mukaisesti (tämä voidaan laatia esimerkiksi nuotituksen pohjalta)
 - o jos työalueella on havaittu ennen tukemistyötä kävelytarkastuksissa sepelin vajausta, tulee tieto toimittaa sepelöintiryhmälle
- tarkkuusmenetelmällä työskenneltäessä tukemistyön nuotitus on laadittu tukemialueelle huomioiden perus- ja maksiminoston vaatimukset
- suhteellisella menetelmällä työskenneltäessä tukemistyön alku- ja loppupiste sekä tiedot tukemialueen geometriasta ja korjattavan virheen luonteesta ovat työryhmän tiedossa

- päällysrakennetiedot tukemialueella ovat tiedossa oikean tukemissyvyyden määrittämiseksi (lopullinen päätös tehdään kohteessa)
- tukemistyölle on hankittu riittävät luvat melu- tai pölyhaitalle
 - o sepelinkuormaus taajama-alueella tms.
 - o tukemistyö yöaikaan taajama-alueella tms.
 - o purettavalle tasoristeykselle on hankittu luvat tienpitäjältä ja asiasta on tiedotettu poliisia ja pelastusviranomaisia
- jos tukemialueella on tasoristeys, jota ei pureta, on tasoristeyksellä työskentelyn ajaksi
 - o järjestettävä riittävä tieliikenteen ohjaus
 - o mahdolliset varoituslaitokset on kytkettävä pois päältä

4.1.1 Sepelöintitarpeen arviointi

Tukemiseen liittyen sepelöintitarve muodostuu mahdollisesti olemassa olevasta sekä tukemistyössä tehtävien nostojen aiheuttamasta vajeesta. Tukikerroksen vajetta arvioitaessa on tukikerroksen osalta tarkastettava erityisesti seuraavat asiat:

- Pölkkyjen alueella sepelitukikerroksen tulee olla pölkyn yläpinnan tasolla.
- Pölkyn päätyjen molemmilla puolilla tulee olla riittävällä etäisyydellä sepeliä. Etäisyys riippuu mm. raiteen suurimmasta nopeudesta, kiskotuksesta ja tukikerrosmateriaalista. (RATO 11 "Radan päällysrakenne")
- Jatkovakiskoraiteilla tulee tukikerroksen reuna-alueilla olla oikein muotoiltu ja riittävä palle, joka lisää päällysrakenteen sivuttaisvastusta. Ratapihoilla tai vaihteiden yhteydessä palletta ei käytetä.

Sepelöintityötä varten tulee varata riittävästi sepeliä, jotta työ saadaan tehtyä sille määritellyssä työraossa. Käytettävän sepelin laatuluokka määräytyy RATO 11 mukaan.

Jos nostot ovat suurempia tai tukikerros on vajaa, on tehtävä täydennyssepelöintiä ennen tukemistyötä. Sepelöintitarvetta voidaan arvioida nostojen perusteella. Sepelöinnissä on huomattava, että liiallinen sepeli pölkyn päällä hidastaa tukemistyötä. Lisäksi pölkkyt vaurioituvat helposti, kun tukemisyksikön ohjaaja ei näe pölkkyjä sepelin alta. Vaihteentuennassa liika sepelöinti myös rasittaa tarpeettomasti vaihteen kiinnitysosia noston yhteydessä.

Sepelöintityön ajoituksesta tulee huomioida seuraavat seikat (Päällysrakennetöiden yleinen työselitys):

- Kun raiteen suurin nopeus on maksimissaan 160 km/h, sepelöintityötä voidaan tehdä yhtenäistetyksi useammalla tukemialueella etukäteen esimerkiksi tulevia kunnossapitotuentoja varten. Sepelöintityötä voidaan tehdä myös jälkikäteen lyhyiden kunnossapitotuntojen osalta, mutta tällöin on varmistuttava, että tukikerroksen mitat ovat riittävät tukemisen jälkeen.

- Nopean liikenteen radoilla (yli 160 km/h) sepelöinti tulee tehdä samassa työraossa tukemisen ja tukikerroksen muotoilun kanssa. Vaihtoehtoisesti voidaan sepeliä lisätä avorataosuuksilla tukikerroksen reunoille, josta se on siirrettävissä sepeliauralla vajaisiin kohtiin tukemisen yhteydessä (riip-puen nostojen suuruudesta ennen tai jälkeen). Etukäteen sepelöitäessä on huolehdittava, että pölkkyalueelle ei jää irtokiviä.
- Tunnelissa sepelöinti on suositeltavaa toteuttaa tukemistyön yhteydessä samassa työraossa. Jos sepelöinti tehdään eri työraossa (tukemistyön jäl-keen), tulee tukikerros muotoilla määräysten mukaiseksi sepelöinnin yh-teydessä (pölkyn päällä ei ole irtokiviä ja tukikerroksen yläpinnan taso on enintään pölkyn yläpinnan tasossa). Tunnelissa on lisäksi huomioitava tunnelipoikkileikkauksen asettamat rajoitukset nostoille ja sivusiirroille.
- Tunnelissa työskentelyssä on huomioitava sepelöinnin yhteydessä pölyn sidonta kastelemalla ja pakokaasujen poistaminen takaamalla riittävä il-manvaihto. Jalkamiesten oleskelua tunnelissa tulee välttää tuenta- ja se-pelöintityön aikana.

4.2 Tukemistyö jatkuvakiskoraiteella

Tukemistyö jatkuvakiskoraiteilla ja -vaihteissa on tehtävä RATO:n osan 19 "Jatkuva-kiskoraiteet ja -vaihteet" mukaisesti (erityisesti kappale 19.6 "Työskenteleminen jat-kuvakiskoraiteella").

Keskeisiä huomioitavia asioita ovat:

- Töistä, jotka aiheuttavat muutoksia jatkuvakiskoraiteen jännitystilassa ja neutraalilämpötilassa, on ilmoitettava hyvissä ajoin alueen vastaavalle hitsausmestarille (RATO 19) ja tukemistyöstä vastaavalle esimiehelle.
- Kohteessa kiskon neutraalilämpötila on jatkuvaksihitsauksen yhteydessä kirjattu loppuhitsauspöytäkirjaan. Tämän jälkeen on lisäksi huomioitava neutraalilämpötilaa mahdollisesti muuttaneiden toimenpiteiden kuten ai-kaisemman tukemistyön vaikutus.
- Tukemistyössä tulee huomioida RATO:n osan 19 rajoitukset nostoille ja si-vusiirroille eri tilanteissa. Lähtökohtana on, että kiskopituus säilyy mah-dollisuuksien mukaan loppuhitsauspöytäkirjan mukaisessa pituudessa. Jos kohteessa tehdään asetetut rajat ylittäviä nostoja tai sivusiirtoja, on tukemistyön jälkeen tehtävä raiteen neutralointi RATO:n osan 19 mukai-sesti. Vaihtoehtoisesti neutralointitarve voidaan määrittää neutraaliläm-pötilanmittauslaitteella.
- Jos alueen neutraalilämpötila ei ole tiedossa, sallittu työskentelylämpöti-la-alue on +5 °C...+27 °C. Suorilla ja yli 1000 m säteisissä kaarteissa saa-daan alarajaksi ottaa 0 °C (Päällysrakennetöiden yleiset laatuvaatimuk-set).
- Tarvittaessa neutraalilämpötila tulee tarkastaa tukemistyön jälkeen (eri-tyisesti jos tukemistyö on tehty lämpötila-alueen ulkopuolella).

4.3 Tukemistyöhön liittyvät rajoitukset lyhytkiskoraiteilla

Tilapäisesti heikentäviä töitä ei saa suorittaa missään tapauksessa kiskon lämpötilan ollessa korkeampi kuin +35 °C eikä alhaisempi kuin -5 °C, lukuun ottamatta kiskon murtuman, hellekäyrän ja junavaurion aiheuttamia korjaustöitä. Alle 500 m säteisissä kaarteissa töiden alin sallittu lämpötila on +5 °C. (Päällysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset)

4.4 Tukemistyö linjalla

Tukemistyössä on noudatettava mm. seuraavia periaatteita:

- Tasoristeysten kohdalla mahdolliset varoituslaitokset tulee kytkeä pois päältä, kun työskennellään näiden vaikutusalueella. Myös liikenteen ohjauksen tulee olla järjestetty.
- Työn alku- ja loppuviisteen kaltevuuden tulee olla vähintään 1:1000. Viisittä ei tule tehdä siirtymäkaaren alueelle.
- Oikea tukemissyvyys on aina varmistettava kohteessa. Tukemissyvyys on riippuvainen päällysrakenteen komponenteista sekä hakun perusasemasta tukemiskoneesta. Syvyydet on esitetty päätekijöineen liitteessä 1.
- Tukemispaine ja -aika säädetään tukikerroksen kunnan mukaisesti siten, että tiivistyminen pölkyn alapuolella on riittävä.
- Perusnoston tulee olla vähintään 20 mm.
- Maksiminosto kunnossapitotuennoissa on enintään 60 mm.
- Molemmat kiskot nostetaan samaan aikaan ja nostettu pölkky tuetaan noston aikana molempien kiskojen vaikutusalueelta.
- Tarvittaessa puristetaan kaksi kertaa. Puristusten välillä hakut on nostettava ylös, jotta ne vievät uutta sepeliä pölkyn alle.
- Kaarteissa tukemalla muodostettu kallistus pitää tarkistaa ajoittain käsimittauslaitteella.

4.5 Tukemistyö vaihdealueella

Ennen vaihteen tuentaa on varmistettava mm. seuraavat asiat:

- kaikki kiskon kiinnitykset vaihteen alueella on tarkastettava
- mahdolliset lämpöeristys-elementit on poistettava
- oikea tukemisjärjestys ja johtokisko on varmistettava
- takajatkosalueella vastakkain olevien pölkyn päiden välinen alue on avattava poistamalla sepeli ja varmistettava, ettei kohta täyty työn aikana
- vaihde on tarvittaessa tarkastettava ja hitsauskunnostettava ennen tuentaa
- kaksi- tai useampiraiteisella radalla tarvitaan varaus myös viereiselle raiteelle
- arvioitava mahdollisia vaikutuksia ja toimenpiteitä viereisillä vaihteilla

Tukemistyön yhteydessä

- takajatkosalueella myös kolmatta kiskoa on nostettava (jos koneessa ei ole kolmannen kiskon nostolaitetta, on käytettävä apunoston tekevää työryhmää)
- vaihdealue tulee tukea aina kerralla valmiiksi
- tuetaan kankikoneella asetinpölkkyt ja risteysalueet

Tukemistyön jälkeen

- asennetaan puretut elementit takaisin
- tehdään lisäsepelöinti tarvittaessa
- poistetaan ylimääräinen sepeli mm. risteyksestä, tankokuopasta, lumitilasta, vastakiskoalueelta ja kielialueelta
- tarkastetaan vaihteen toiminta (mm. kääntämällä vaihdetta) ennen luovutusta liikenteelle (vaihde, opastin ja turvalaitetoimialan tarkastukset)

4.6 Viimeistelevät työt

Tukemistyön jälkeen

- Asennetaan puretut rakenteet takaisin paikoilleen ja varmistetaan niiden toimivuus.
- Tarkastetaan raiteen komponenttien kunto. Erityisesti löystyneet kiskonkiinnitykset on kiristettävä ja kiskonkiinnitys alue on myös puhdistettava ylimääräisistä sepelirakeista. Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteilla on tarkistettava sidekiskot halkeamien varalta.
- Jatkosrakojen mittaus lyhyt- ja pitkäkiskoraiteilla.
- Tarkistetaan, että tukikerrosta on täydennetty riittävästi ja että tukikerroksen leveys ja palle ovat määräysten mukaiset. Ylimääräiset sepelit on poistettava harjaamalla sekä sepelit vaihteista sen toiminnalle kriittisistä kohteista.

- Jos tukemistyössä tehdyt muutokset raidegeometriaan ovat suuria, on työn jälkeen tehtävä tarpeelliset toimenpiteet ajolangan siirrolle sähköisetyillä rataosilla.
- Kiskon neutralointitarve on oltava tiedossa (huomioiden myös aikaisemmat muutokset) ja tukemisen jälkeen on varmistuttava kiskon neutraalilämpötilasta RATO:n osan 19 "Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet" mukaisesti.

5 Laadunvarmistus

5.1 Tukemistyön jäljen varmistaminen

Tukemistyölle tulee olla nimetty ratatyöstä vastaava, joka hyväksyy tehdyn tukemistyön voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukaisesti (erityisesti RATO:n osat 13 "Radan tarkastus", 14 "Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito" sekä 19 "Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet"). Raidegeometrian laatu varmistetaan työnjäljen piirturin tulosteesta ja myös silmämääräisesti. Työn jälkeen tehdään tarpeelliset käsin mittaukset ja muut tarkastukset virheiden arvioimiseksi. Lisäksi ennen liikenteelle luovuttamista on varmistettava, että erityisesti liikenteen turvallisuuteen liittyvät laitteet on asennettu takaisin paikoilleen ja niiden toimivuus on tarkastettu.

Jos tukemistyön jälkeen raidegeometriaan on jäänyt merkittäviä virheitä, on tukemistyö uusittava tai rataosalle on asetettava riittävä nopeusrajoitus, joka takaa turvallisen liikennöinnin.

Tukemiskoneen piirturin tuloste tukemistyöstä on keskeinen dokumentti tukemistyön laadunvarmistuksessa. Tukemiskoneen esimies vastaa siitä, että tukemisy jälki on RATO 13 toleranssien mukainen ja ilmoittaa tästä ratatyöstä vastaavalle, joka laatii Liikennöitävyyden kelpoisuuskirjan ennen liikenteelle luovutusta (TURO). Piirturin tuloste on syytä varmuuskopioida ja toimittaa tilaajalle luovutettavien dokumenttien yhteydessä. Piirturin tulostetta on säilytettävä mahdollista myöhäisempää laadunvarmistusta varten vähintään viisi vuotta.

Tarkemittaukset tehdään, jos ne kohteen kriittisyydestä johtuen koetaan tarpeelliseksi. Uudella raiteella ja vaihteissa tarkemittaukset tehdään aina. Tarkemittauksella pystytään varmistamaan nuotituksessa määritettyjen siirto- ja nostoarvojen toteutuminen. Tarkemittaus on dokumentoitava ja luovutettava tilaajalle sopimuksen mukaan.

5.2 Radantarkastusvaunun mittaukset

Peruseriaate on, että lopullinen laadunvarmistus tukemistyölle muodostuu seuraavasta radantarkastusvaunun mittaustuloksesta. Mittauksen jälkeen urakoitsija tarkastaa tukemisen laadun rataosan kunnossapitotason määrittämien raja-arvojen ja sopimuksessa mahdollisesti määritettyjen lisävaatimusten mukaisesti. Tukemistyöstä tulee lisäksi tehdä lyhyt analyysi työllä saavutetusta lopputuloksesta verrattuna asetettuihin tavoitteisiin. Analyysi ja tarkastustulokset liitetään tilaajalle toimitettavaan materiaaliin toteutetusta tukemistyöstä.

Ohjeiden osalta tukemistyön laadun on täytettävä erityisesti RATO:n osissa 13 "Radan tarkastus" ja 19 "Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet" esitetyt vaatimukset. Lisäksi vaihteiden osalta on otettava huomioon RATO:n osan 14 "Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito" vaatimukset.

5.3 Tilaajalle luovutettavat dokumentit

Tukemistyön laadunvarmistus ja tilaajalle luovutettavat dokumentit perustuvat ensisijaisesti sopimuksessa esitettyihin ja tilaajan kanssa sovittuihin käytäntöihin. Tukemistyön arvioimiseksi työn jälkeen on tilaajalle luovutettava tyypillisesti seuraavat tiedot toteutetusta tukemistyöstä:

- suositeilmoitus, jossa on esitetty ainakin
 - tukemisalue
 - käytetty tukemiskone
 - tukemiskoneen ajankäyttö
- analyysi seuraavasta raiteentarkastusvaunun mittaustulosteesta tukemisalueella
- laadittu kirjallinen työsuunnitelma (erityisesti läpituenta), johon on lisätty toteutuneet suoritteet ja muut poikkeavat asiat
- kiskon neutralointitarkastuspöytäkirjat (jos tarpeen)
- vaihteen tarkastuspöytäkirja (jos tarpeen)
- muut tarkastuspöytäkirjat (jos tarpeen)
- tukemiskoneen piirturin tuloste

Urakoitsijan tulee säilyttää työjäljen piirturin tuloste mahdollista tarkempaa analyysia varten.

5.4 Raidegeometrian ja mittausperustan laadunvarmistus

Luvussa 2.2.1 esiteltiin raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuuden syitä. Tyypillisesti tarkkuusmenetelmällä nuotitusmittauksen tuottava mittausorganisaatio havaitsee mittausperustan ja raidegeometrian toimimattomuuden maastomittausten yhteydessä. Toimimattomuudella tarkoitetaan suunnittelun raidegeometrian aseman siirtymistä kunnossapitotoleranssien ulkopuolelle niin, että suunniteltu raidegeometria on ristiriitainen maastossa olevan todellisen raidegeometrian kanssa, eikä suunniteltuun raidegeometrian asemaan voida siten luottaa. Tällaisessa tilanteessa raidegeometrian palauttaminen ”suunniteltuun asemaan” on liikenteen turvallisuuden kannalta vaarallista ja mittausperusta sekä raidegeometria on määritettävä uudelleen. Kunnossapitotoleransseilla tarkoitetaan vähintään RATO 13 ohjeen suurimpia sallittuja poikkeamia liikenteen käytössä olevalle raiteelle. Kunnossapitosopimuksissa voidaan kuitenkin tarkentaa ja tiukentaa raidegeometrian aseman kunnossapitotoleransseja.

Raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuudesta on välittömästi raportoitava urakoitsijalle sekä Liikennevirastolle, jotka määrittävät toimenpiteet mittausperustan ja raidegeometrian korjaamiseksi. Urakoitsija ja mittausorganisaatio tuottavat laatupoikkeamasta poikkeamailmoituksen, joka on liitteessä 2. Poikkeamailmoitukseen laitetaan liitteeksi nuotitusmittaus, jossa mittauksia verrataan suoraan raidegeometriaan ns. raakanuotti.

Toiminta tilanteissa, joissa tarkkuusmenetelmää ei voida käyttää raidegeometrian ja mittausperustan ongelmista johtuen:

1. Mittausorganisaatio tuottaa suhteellisen nuotituksen, joissa vain virhekohdat tuetaan.
2. Urakoitsija ja mittausorganisaatio tekevät poikkeailmoituksen (liite 2) vaadittuine liitteineen ja lähettävät sen Liikenneviraston alueisännöitsijälle sekä osoitteeseen poikkeailmoitukset@liikennevirasto.fi ja ratarekisterit@ratarekisterit.fi.
3. Urakoitsija määrittää yhteistyössä Liikenneviraston kanssa toimenpiteet mittausperustan ja raidegeometrian korjaamiseksi.

Ensisijaisesti raidegeometria ja mittausperusta on määritettävä uudelleen kokonaisuudelle rataosalle, jotta suunniteltu raidegeometria on mahdollisimman yhtenäinen koko rataosalla. On kuitenkin tilanteita, joissa rataosalle on määritetty uusi mittausperusta ja raidegeometria kunnostushankkeen yhteydessä. Tällöin on huolehdittava, että eri aikaan tehdyt mittausperustat ja raidegeometriat sovitetaan yhteen.

Poikkeustilanteissa, joissa raidegeometria ja mittausperusta ei toimi kunnossapidon tukemistöissä, voidaan tehdä ns. suhteellinen nuotitusmittaus. Suhteellisessa nuotitusmittauksessa tavoitteena on poistaa raidegeometrian asentovirheet, kuten nuolikorkeusvirheet ja korkeuspoikkeamat niin, että raiteen asemaa ei siirretä kuin virheiden korjaamiseksi on tarpeellista. Suhteellisella nuotitusmittauksella saavutetaan yhtenäisempi geometria kuin pelkällä suhteellisella tukemisella. Suhteellista nuotittamista käytettäessä on aina varmistettava, että kiskot ovat työn jälkeen neutraalilämpötila-alueella neutraalilämpötilanmittauslaitteella. Suhteellisessa nuotituksessa hellekäyrän riski kasvaa. Samoin ajolangan asema on tarkistettava suhteessa raiteeseen ja mahdollinen säätö on tehtävä tarvittaessa.

Lähdeluettelo

1. Lichtberger, Bernhard. Track Compendium, 1st Edition, Eurailpress Tetzlaff-Hestra GmbH&Co KG. Linz 2005. ISBN 3-7771-0320-9
2. Päälysrakennetöiden yleinen työselitys. Ratahallintokeskuksen julkaisuja D16. Helsinki 2004.
3. Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset, osa 2, raidetyöt. Ratahallintokeskuksen julkaisuja D8. Helsinki 2000.
4. Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset, osa 3, vaihdetyöt. Ratahallintokeskuksen julkaisuja D5. Helsinki 1999.
5. Raiteentarkastustulokset ja niiden tulkinta. Ratahallintokeskus. Helsinki 2005.
6. Ratatekniset ohjeet
7. Rataverkon kuvaus 1.7.2011. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F 4/2009. ISSN 1797-7037. ISBN 978-952-445-292-2. Helsinki 2009.
8. Standardin SFS-EN 13450 Raideseplikiviainekset ja sen kansallinen soveltamisohje
9. The Permanent Way Institution. British Railway Track, Design, Construction and Maintenance. Sixth edition. October 1993.
10. UIC, Best Practise Guide for Optimum Track Geometry Durability. 2008.

Tukemissyvyudet päällysrakenteen eri komponenteilla

Tukemissyvyudet päällysrakenteen eri komponenteilla

Linjatuenta

Kisko-tyyppi	Pölkkytyyppi	Tukikerros-materiaali	Kiskon korkeus	Pölkyn korkeus	Aluslevy	Vällys	Tukemissyvyys kiskon yläpinnasta	Tukemissyvyys, jos hakku on perustilassa 15 mm kiskonselän alapuolella
K 30	Puu	Sora	120	160	20	10	310	295
K 43	Puu	Sora	140	160	22	10	332	317
K 43	Puu	Sepeli	140	160	22	15	337	322
K 43	Betoni	Sepeli	140	200	6	15	361	346
54 E1	Puu	Sepeli	159	160	22	15	356	341
54 E1	Betoni	Sepeli	159	200	6	15	380	365
54 E1	B86, B88, BP89, B97, BP99	Sepeli	159	225	10	15	409	394
K 60	Puu	Sepeli	165	160	22	15	362	347
60 E1	B86, B88, BP89, B97, BP99	Sepeli	172	225	10	15	422	407

Lisäksi on huomioitava pölkyn alapintaan mahdollisesti asennetun pohjaimen vaikutus + 7 - 13 mm

Vaihteen tuenta

Kisko-tyyppi	Pölkkytyyppi	Tukikerros-materiaali	Kiskon korkeus	Pölkyn korkeus	Aluslevy	Vällys	Tukemissyvyys kiskon yläpinnasta	Tukemissyvyys, jos hakku on perustilassa 15 mm kiskonselän alapuolella
K 30	Puu	Sepeli	120	160	20	15	315	300
K 43	Puu	Sepeli	140	160	22	15	337	322
54 E1	Mänty tai Azobe	Sepeli	159	160	22	15	356	341
60 E1	Azobe	Sepeli	172	160	22	15	377	362
60 E1	Betoni	Sepeli	172	225	10	15	437	422

Poikkeamailmoitus

Lähetä poikkeamailmoitus Liikenneviraston alueisännöitsijälle sekä osoitteeseen poikkeamailmoitukset@liikennevirasto.fi ja ratarekisterit@ratarekisterit.fi.

Ilmoittaja: _____

Päivämäärä: _____

Kohteet

Ongelma(Rastita)

Rataosa (esim. 003 HKI - PSL), ratatiedon ratanumero	Raide (esim. 001 IR)	Raidegeometriatiedoston nimi	Ongelma-alue, alku - loppu (km+m - km+m)	Raidegeometria	Mittausperusta	Raidegeometria merkinnot

Lisätiedot (Esim. tiedot mittausperustasta yms.)

Liitteet (Nuotitus)

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-566-2
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus