



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
XX/2025

RATATEKNISET OHJEET (RA- TO) 23

Raiteen ja vaihteen koneellisen
tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen





Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

XX.XX.2025

VÄYLÄ/3893/05.00/2022

Vastaanottaja	Korvaa
-	RATO 23 Raiteen ja vaihteen koneellisen tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen (Väyläviraston ohjeita 19/2024)
Säädösperusta	Voimassa
-	X.X.2025
Väylämuoto	Kohdistuvuus
rautatiet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjärühmät
raiteet, tukeminen, raidegeometria, ohjeet	tilaajat, suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

Ratatekniset ohjeet (RATO) 23 – Raiteen ja vaihteen koneellisen tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen

Väylävirasto on hyväksynyt ohjeen *RATO 23 Raiteen ja vaihteen koneellisen tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen*. Ohjetta on noudatettava Väyläviraston tilaamissa toimeksiannoissa sen voimaantulosta alkaen.

Siirtymäaika: Tukemistyön laatu tulee olla ja tulee dokumentoida standardin SFS-EN 13848-3 mukaisesti. Vuonna 2010 tai sen jälkeen käyttöönotetut tukemiskoneet tulee olla varustettu standardin SFS-EN 13848-3 mukaisesti viimeistään 1.6.2023. Tukemiskoneet, jotka on käyttöönotettu ennen vuotta 2010 tulee olla varustettu standardin SFS-EN 13848-3 mukaisesti viimeistään 1.6.2025.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö	Minna Torkkeli
Rautatiejohtaja	Jukka Ronni
Asiantuntija, radan geometria	Aki Hirvaskari

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

Kannen kuva: Ville-Valtteri Kuronen

LISÄTIETOJA

Aki Hirvaskari

Väylävirasto

www.vayla.fi

PL 33, 00521 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

etunimi.sukunimi@vayla.fi

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Faksi 0295 34 3700

kirjaamo@vayla.fi

Esipuhe

RATO 23 Raiteen ja vaihteen koneellisen 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.

Raiteen geometrisen kunnon ylläpitoon käytetyt tekniikat kehittyvät jatkuvasti. Lähtökohtaisesti innovaatioihin ja uusien tekniikoiden kokeilemiseen suhtaudutaan myönteisesti, mikä mahdollistaa alan kehittymisen. Uudet innovaatiot voivat koskea muun muassa mittausta, harjausta, tyhjiömittareita, aurausta, kiviaineksen paineinjektointia, tukemista, stabiloitumista tai suunniteltua ylinostoa.

Keväällä 2024 ohje päivitettiin saatujen kommenttien perusteella. Ohjeen on päivittänyt työryhmä, johon kuuluivat Petteri Heikkinen Welado Oy:stä sekä Aki Hirvaskari ja Henri Seppälä Väylävirastosta.

Helsingissä toukokuussa 2024

Väylävirasto

Väylänpito

Versiohistoria

Pvm	Versio	Muutokset
12.6.2018	21/2018	
3.6.2019	20/2019	
17.6.2021	30/2021	
1.6.2022	31/2022	
1.6.2023	30/2023	<ul style="list-style-type: none">• Ohje on muutettu <i>Ratatekniseksi ohjeeksi (RATO) 23 – Raiteen ja vaihteen koneellisen tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen</i>• Tarkennettu tukemiseen liittyviä lämpötilarajoitteita• Selkeytetty tuennan jälkeisiä rajoitteita ja hellekäyräriskin seuranta• Laajennettu betonipölkkyisten ratojen työskentelylämpötiloja• Täsmennetty ja tarkennettu tukikerroksentiivistäjän käyttörajoituksia
1.6.2024	19/2024	<ul style="list-style-type: none">• Selkeytetty tukemistyön lämpötilarajoituksia ja lisätty prosessikaaviot• Kuvattu erikseen päällysrakennetyön jälkeisen tuennan ja kunnossapitotuennan prosessit ja vaatimukset• Lisätty vaatimus raiteen ja vaihteen geometrisen kunnan seurannasta päällysrakennetyön jälkeisen tuennan jälkeen• Lisätty käsintuennan ohjeistus• Ohjeistettu kunnossapitotuennassa virheenkorjauksessa käytettävä ylinosto• Laajennettu vaihdealueen tukemisen ohjeistusta

Taulukko jatkuu...

Pvm	Versio	Muutokset
x.x.2025	xx/2025	<ul style="list-style-type: none"> Päivitetty päällysrakenteen kunnossapidon prosessikuvausta 3.2 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito. Päivitetty kohta 3.2.3 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen analysointi. Lisätty kohta 3.2.3.1 Keskihajonta, geometrisen kunnan laatua kuvaava mittari. Laajennettu kunnossapitotuennan määritelmää. Kunnossapitotuenta olla pistemäisen virheen korjausta, läpituentaa tai kohdennettua läpituentaa. Lisätty suhteellisen tarkkuusmenetelmän ja suhteellisen menetelmän kuvaukset kohtaan 4 Tukemismenetelmät. Lisätty läpituennan, kohdennetun läpituennan ja pistemäisten virheiden korjaamisen kuvaukset kohtaan 6.2 Tukemisalueen määrittäminen. Lisätty kunnossapitotasolle 1AA–3 mahdollisuus tukea < 10 m pistemäiset virheet suhteellisella menetelmällä (kohta 6.4 Tukemismenetelmän valinta). Lisätty ohjeistus samojen mittauspisteiden käytöstä nuotitus- ja tarkemittauksissa. Päivitetty kohta 6.5.2.2 Suhteellinen nuotitusmittaus. Lisätty maininta ajolangan säätämistarpeesta (kohta 6.5.5 Nuotin laatiminen). Lisätty maininta sepelin tavoitetasosta kunnossapitotasolla 1AA–1A (kohta 7.2.2 Tukikerroksen täydennyssepelöinti). Lisätty maininta jatkuvasta, tallennusjärjestelmään tallentuvasta mittauksesta (kohta 7.3.3 Kiskon lämpötilan mittaaminen tukemistyössä). Lisätty kohta 7.3.5 Mittausajo. Täydennetty kohtaa 7.4.7.3 Tarkemittaukset. Lisätty vaatimukseksi 10 % tarkemittaaminen jokaiselta tuetulta rataosalta heti tukemisen jälkeen. Lisätty kuvat 2 Tukemiskoneen toimintaperiaate ja 5 Laserohjattu tuenta). Lisäksi tehty pienempiä täsmennyksiä ja korjauksia, mm. päivitetty ohjeviittauksia.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	9
1.1	RAIDEGEOMETRIA.....	9
1.2	TUKEMISPERIAATE.....	10
2	MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET.....	11
3	MILLOIN RAIDE VAATII TUKEMISTA?.....	14
3.1	PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEINEN TUENTA.....	14
3.2	PÄÄLLYSRAKENTEESSA HAVAITTUIJEN VIRHEIDEN JA VIKOJEN KUNNOSSAPITO.....	15
3.2.1	RADAN TARKASTUKSET.....	16
3.2.2	PÄÄLLYSRAKENTEEN KUNNON MAASTOTARKASTUS.....	16
3.2.3	PÄÄLLYSRAKENTEESSA HAVAITTUIJEN VIRHEIDEN JA VIKOJEN ANALYSOINTI.....	17
3.2.4	KUNNOSSAPITOTUENTA.....	19
4	TUKEMISMENETELMÄT.....	20
4.1	TARKKUUSMENETELMÄ.....	20
4.2	SUHTEELLINEN TARKKUUSMENETELMÄ.....	21
4.3	LASEROHJATTU TUENTA.....	21
4.4	SUHTEELLINEN MENETELMÄ.....	22
4.5	KÄSINTUENTA.....	22
5	TUKEMISTYÖN YLEISET VAATIMUKSET.....	22
5.1	TUKEMISKONEEN TYÖNJÄLJEN TALLENNUSJÄRJESTELMÄ.....	22
5.2	TUKEMISTYÖN TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA.....	23
5.3	TYÖN LUVAT JA ILMOITUKSET.....	24
5.3.1	MELU- JA YÖTYÖLUPA.....	24
5.3.2	TASORISTEYSKANNEN PURKULUPA.....	24
5.3.3	TYÖN ESTEIDEN PURKAMISESTA ILMOITTAMINEN.....	24
5.3.4	LIIKENNETTÄ HAITTAAVASTA TYÖSTÄ ILMOITTAMINEN.....	25
5.4	TUKEMISTYÖN PÄTEVYYSVAATIMUKSET.....	25
6	TUKEMISTYÖN SUUNNITTELU.....	25
6.1	TUKEMISTYÖN AJOITTAMINEN.....	25
6.2	TUKEMISALUEEN MÄÄRITTÄMINEN.....	26
6.3	EPÄJATKUVUUSKOHTIEN JA PAKKOPISTEIDEN SELVITTÄMINEN.....	30
6.4	TUKEMISMENETELMÄN VALINTA.....	30
6.5	NUOTITUS.....	31
6.5.1	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN SELVITTÄMINEN.....	31
6.5.2	MAASTOMITTAUKSET.....	32

6.5.3	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN TOIMIMATTOMUUDESTA ILMOITTAMINEN.....	35
6.5.4	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN KORJAAMINEN.....	35
6.5.5	NUOTIN LAATIMINEN.....	36
6.6	TYÖSUUNNITELMAN LAATIMINEN.....	36
6.7	TYÖSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....	37
7	TUKEMISTYÖN TOTEUTTAMINEN.....	38
7.1	RAJOITUKSET.....	38
7.1.1	RAIDEGEOMETRIAN TOLERANSSIT.....	38
7.1.2	MINIMI- JA MAKSIMINOSTOT.....	39
7.1.3	TUKEMISTYÖSSÄ SALLITUT KISKON LÄMPÖTILAT.....	40
7.2	TUKEMISTYÖN ESITYÖT.....	40
7.2.1	LIIKENTEEEN RAJOITTAMINEN TYÖN AJAKSI.....	41
7.2.2	TUKIKERROKSEN TÄYDENNYSSPELÖINTI.....	41
7.2.3	RADAN PÄÄLLYSRAKENTEEN TARKASTAMINEN JA KUNNOSTAMINEN.....	42
7.2.4	TUKEMISTYÖN ESTEIDEN SELVITTÄMINEN JA PURKAMINEN.....	43
7.2.5	KISKON LÄMPÖTILAN VARMISTAMINEN ENNEN TUKEMISTYÖTÄ.....	44
7.3	TUKEMISTYÖ.....	45
7.3.1	TUKEMISSYVYYDEN VARMISTAMINEN.....	46
7.3.2	KISKON LÄMPÖTILAENNUSTEEN SEURAAMINEN PUUPÖLKKYRAITEELLA TUKEMISTYÖN AIKANA JA SEN JÄLKEEN.....	46
7.3.3	KISKON LÄMPÖTILAN MITTAAMINEN TUKEMISTYÖSSÄ.....	48
7.3.4	VARMISTAVAT MITTAUKSET.....	48
7.3.5	MITTAUSAJO.....	48
7.3.6	TUKEMINEN.....	49
7.4	TUKEMISTYÖN JÄLKITYÖT.....	52
7.4.1	PÄÄLLYSRAKENTEEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	53
7.4.2	SÄHKÖRADAN TOIMIVUUDEN TARKISTAMINEN TUKEMISTYÖN JÄLKEEN.....	54
7.4.3	KISKON NEUTRAALILÄMPÖTILAN TARKISTAMINEN.....	54
7.4.4	TUKIKERROKSEN TÄYDENNYSSPELÖINTI.....	54
7.4.5	TUKIKERROKSEN VIIMEISTELY.....	55
7.4.6	PURETTUJEN ESTEIDEN ASENTAMINEN TAKAISIN PAIKOILLEEN.....	55
7.4.7	TUKEMISTYÖN LAADUNVARMISTUS JA LIIKENTEELE LUOVUTUS.....	55
7.4.8	TUKEMISTYÖN DOKUMENTOINTI.....	58
7.5	RAITEEN JA VAIHTEEN GEOMETRISEN KUNNON SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	58
7.5.1	RAITEEN JA VAIHTEEN ASEMAN SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	59
7.5.2	RAITEEN JA VAIHTEEN ASENNON SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	59

LIITTEET

LIITE A: TUKEMISSYVYYDET PÄÄLLYSRAKENTEEN ERI KOMPONENTEILLA

LIITE B: TUKIKERROKSENTIIVISTÄJÄN KÄYTTÖRAJOITUKSET

1 Johdanto

Raiteen ja vaihteen tukemisella tarkoitetaan rataverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa käytettävää koneellista työmenetelmää, jolla toteutetaan ja ylläpidetään suunnitelman mukaista raidegeometriaa ja tiivistetään raidesepeliä.

Tämä ohje käsittelee tukemistyötä ja siihen liittyviä työvaiheita tukemispäätöksen tekemisestä työn suunnitteluun, toteuttamiseen ja laadunvalvontaan. Tukemistyyöhön liittyy useita eri työvaiheita, joiden osalta ohjeessa määritellään peruseriaatteet työn suunnittelussa ja toteuttamisessa huomioitavista asioista. Tukemistyön toteuttamisen 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.

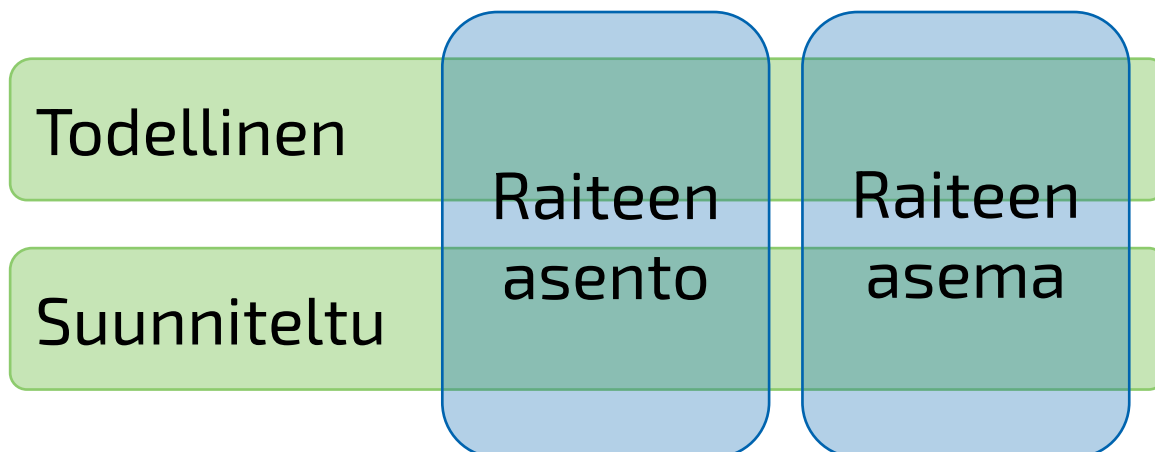
Tästä ohjeesta poikkeaminen vaatii Väyläviraston Rautatietechnisen yksikön luvan.

1.1 Raidegeometria

Raidegeometria muodostuu raiteen asemasta ja asennosta. Raiteen asemalla tarkoitetaan raiteen sijaintia vaaka- ja pystysuunnassa verrattuna maastossa oleviin määriteltyihin kiintopisteisiin eli mittausperustaan. Raiteen suunnitellun aseman ja raiteen todellisen aseman sallittu ero esitetään Väyläviraston ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus* tai erillisissä sopimuksissa. Raiteen asennolla tarkoitetaan raiteen muotoa, joka muodostuu pysty- ja vaakageometriaelementeistä sekä raiteen kallistuksesta. Raiteen asentoa mitataan ja tarkastetaan suhteellisesti aallonpituus- ja mittakantamenetelmillä. Raidegeometrialla on kaksi ilmenemismuotoa: todellinen raidegeometria ja suunniteltu raidegeometria. Todellinen raidegeometria tarkoittaa maastossa olevaa, fyysistä raidegeometriaa tietyssä ajankohtana. Suunniteltu raidegeometria tarkoittaa rataosuudelle suunniteltua raidegeometriaa, joka on rakentamis- tai kunnostushankkeen työn tavoitteena ja jolle on määritetty käyttöönottossa sallitut raja-arvot.

Suunnitellun raidegeometrian ja mahdollisimman pysyvän raiteen aseman ja asennon saavuttamisella on olennainen merkitys radan liikennöitävyydelle. Laadukas raidegeometria myös minimoi junista rataaan kohdistuvaa kuormitusta ja päinvastoin. Samoin sähköradan kunnossapitäminen on tehokkaampaa, kun raiteen asema pysyy mahdollisimman staattisena suhteessa ajolankaan.

RAIDEGEOMETRIA



Kuva 1. Todellinen ja suunniteltu raidegeometria eli raiteen asento ja asema

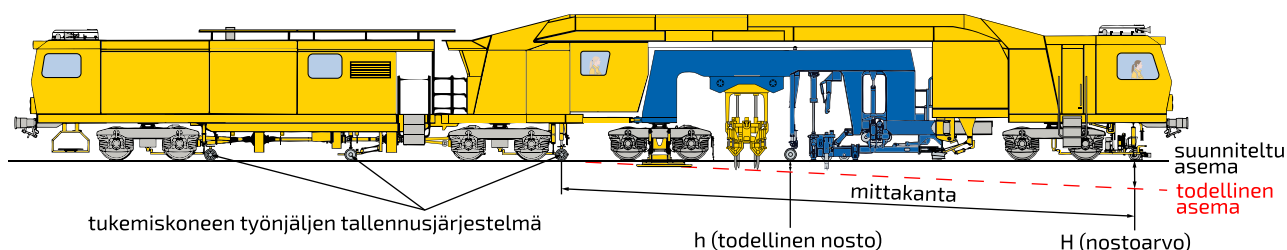
Aiheeseen liittyvää

[3 Milloin raide vaatii tukemista?](#)

[7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)

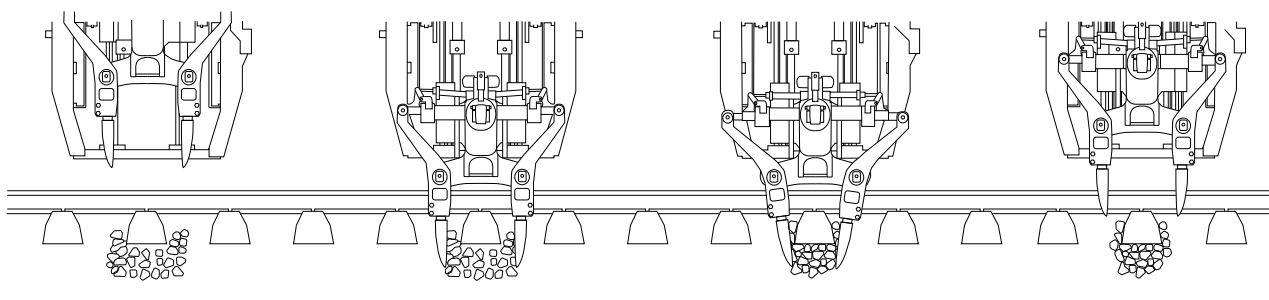
1.2 Tukemisperiaate

Tukeminen perustuu tukemiskoneella tehtävään raiteen nostoon, sivuttaissiirtoon ja kallistamiseen sekä raidesepelin uudelleenjärjestämiseen ja tiivistämiseen pölkyn alapuolella tukemishakkujen avulla ([2 Tukemiskoneen toimintaperiaate](#)).



Kuva 2. Tukemiskoneen toimintaperiaate

Tukikerroksen tiivistyminen perustuu raiteen nostolla saavutettuun riittävään tyhjätilaan ja tukemishakkujen tukikerrokseen kohdistamaan värähtelevään kuormitukseen, joka uudelleenjärjestää erityisesti seplitukikerrosta (kuva [3 Tukemishakkujen toimintaperiaate](#)). Uudelleenjärjestäytyminen saadaan aikaan myös raidesoratukikerroksessa, mutta lopputulos ei ole samalla tavoin pysyvä. Pölkkyjen alla oleva tyhjä tila voidaan täyttää myös kiviaineksen paineinjektoinnilla. Kiviaineksen paineinjektoinnin käytöstä tulee sopia rataverkon haltijan kanssa.



Kuva 3. Tukemishakkujen toimintaperiaate

Huomaa: Raiteen korkeusasemaa ei voida tukemistyöllä laskea, vaan tämä vaatii tukikerrosmateriaalin poistamista.

Aiheeseen liittyvää

[4 Tukemismenetelmät](#)

2 Määritelmät ja lyhenteet

Johtokisko

Kisko, jonka suhteen mittaukset on tehty tarkkuusmenetelmää tai suhteellista tarkkuusmenetelmää käytettäessä. Nuotitusmittaukset tehdään pääsääntöisesti vain toiselta kiskolta.

Kiviaineksen paineinjektointi (stoneblowing)

Paikallisten raiteen painumien korjausmenetelmä, jossa pienirakeista kiviainesta puhalletaan ratapölkyn alle. Kiviaineksen paineinjektointiin voi suorittaa kannettavalla laitteella tai raskaalla työkonella.

Keskihajonta

Raiteen geometrisen kunnon laatua kuvaava mittari. Keskihajonta-arvot lasetaan kallistukselle, kieroudelle, raideleveydelle, korkeuspoikkeamille (molemmat kiskojonot tai yhdistetty) ja nuolikorkeuksille (molemmat kiskojonot).

Kunnossapitotuenta

Tukemistyö, jolla korjataan raidegeometriassa havaittuja virheitä tai ennaltaehkäistään virheen kehittymistä. Kunnossapitotuenta voi olla pistemäisten virheiden korjausta, läpituentaa tai kohdennettua läpituentaa.

Käsintuenta

Käsinikäyttöllä työkonella (kankikoneella) tehtävä tukemistyö. Käsintuenta käytetään pääsääntöisesti kohteissa, joita ei voida tukea tukemiskoneella. Käsinikäyttöinen tukemiskone värähtelee tukemistyöhön soveltuvalla taajuudella, ja sillä tiivistetään sepeliä pölkyn alle kankeamalla. Käsintuenta saa käyttää yksittäisten pistemäisten virheiden korjauksessa sekä pölkynvaihdoissa. Lisäk-

si käsintuenta tulee käyttää vaihteentuen yhteydessä pitkien pölkkyjen alueella, tukemiskonetta avustavana työnä. Käsintuenta tehdään aina tandem-tuentana, jossa raide tunkataan ylös.

Laserohjaus

Menetelmä, jolla pidennetään tukemiskoneen mittakantaa ja parannetaan tukemistyön tarkkuutta. Menetelmä perustuu erilliseen, tukemiskoneen etupuolelle sijoitettuun laserlähettimeen sekä tukemiskoneeseen sijoitettuun laserastaanottimeen. Laserohjaus on yksi tarkkuusmenetelmän muoto.

Läpituenta

Tarkkuusmenetelmällä tehtävä tukemistyö, jossa tuetaan kokonainen rataosa tai kohdennetusti tietty raideosuus. Läpituennan avulla parannetaan raidegeometrian tasalaatuisuutta, korjataan pitkän aallonpituuden virheitä, varmistetaan betoniratapölkkyjen oikea tukipinta tukikerroksessa ja varmistetaan tukikerroksen tasalaatuinen jousto-ominaisuus (alustaluku).

Mittausajo

Tukemiskoneella tehtävällä mittausajolla mitataan raiteen asento. Mittausajossa tukemiskoneen mittausjärjestelmä tallentaa tuetun raiteen geometrian alueella, johon koneen työmenetelmä ei enää vaikuta, muuntaa mittausarvot sähköisiksi signaaleiksi ja lähettää ne tallennuslaitteisiin.

Mittausperusta

Geodeettisella mittauksella määritetty kiintopisteverkko, jonka sijainti tunnetaan käytössä olevassa vertausjärjestelmässä toleranssien mukaisesti. Raiteen asema mitataan mittausperustan kiintopisteiden suhteen.

Neutraalilämpötila

Kiskon lämpötila, jossa kisko on jännityksettömässä tilassa. Neutraalilämpötilassa kisko on neutraalipituudessaan. Neutraalilämpötilan sallittu vaihteluväli on määritelty ohjeessa *RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet*. Neutraalilämpötila vaihtelee paikallisesti.

Nuotti

Raidegeometrian kartoitusmittausten perusteella laadittu nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen listaus, jota käytetään tarkkuusmenetelmällä tai suhteellisella tarkkuusmenetelmällä työskenneltäessä. Listauksessa esitetään lisäksi raidegeometrian muutos- ja pakkopisteet sekä tarvittaessa laserlähettimen sijoituspisteet.

RAITA

RAITA on tietojärjestelmä, jonka avulla voidaan etsiä ja ladata radantarkastusvaunun tuottamia tiedostoja. RAITA on sekä käyttöliittymä että rajapinta, joiden avulla voidaan tehdä tiedostohakuja.

Raiteen asema

Raiteen asemalla tarkoitetaan raiteen sijaintia vaaka- ja pystysuunnassa verrattuna maastossa oleviin määriteltyihin kiintopisteisiin eli mittausperustaan. Raiteen suunnitellun aseman ja raiteen todellisen aseman sallittu ero esitetään Väyläviraston ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus* tai erillisissä sopimuksissa.

Raiteen asento

Raiteen asennolla tarkoitetaan raiteen muotoa, joka muodostuu pysty- ja vaakageometriaelementeistä sekä raiteen kallistuksesta. Raiteen asentoa mitataan ja tarkastetaan suhteellisesti aallonpituus- ja mittakantamenetelmillä.

RAMSYS web -käyttöliittymä	Radantarkastusvaunun raidegeometrian mittausjärjestelmän sekä radantarkastusvaunun muiden mittausjärjestelmien lataus-, tulkinta- ja vertailusovellus.
Ratainfra-tietojen hallintajärjestelmä	Järjestelmä, jonka avulla hallitaan fyysisen rataomaisuuden elinkaarta. Järjestelmän kolme pääsovellusta ovat: Ratakohteiden hallintasovellus (RATKO), Ratakohteiden kunnossapidon sovellus (RAIKU) ja Ratakohteiden ylläpidon ohjelmointisovellus (RYHTI).
Sopimus	Kunnossapito- tai urakkasopimus.
Suhteellinen menetelmä	Tukemismenetelmä, joka perustuu tukemiskoneen omaan mittakantaan. Suhteellista menetelmää käytettäessä on tukemisyksiköllä oltava viimeisin raidegeometriatieto ja työssä on huolellisesti hyödynnettävä maastossa tehtyjä geometrian poikkeamahavaintoja ja muutokset osoittavia merkintöjä. Tarvittaessa on tukemiskoneella suoritettava mittausajo sekä käsinmittaus todellisen raiteen asennon selvittämiseksi.
Suhteellinen tarkkuusmenetelmä	Tukemismenetelmä, jossa mittaus työ tehdään suhteellisesti todellisen raidegeometrian suhteen, kun suunnitelman mukaista käyttökelpoista raidegeometriatietoa tai käyttökelpoista mittausperustaa ei ole olemassa.
Suunniteltu raidegeometria	Rataosuudelle suunniteltu raiteen asema ja asento, joka on rakentamis- tai kunnostushankkeen työn tavoitteena ja jolle on määritetty käyttöön otossa sallitut raja-arvot.
Tableau-analytiikka	Tableau koostaa radantarkastushistoriaa ja käyttää RAITA-palvelun radantarkastusdataa. Tableaun avulla voidaan muodostaa erilaisia aikasarjoja ja visuaalisia raportteja sekä arvioida eri virhepaikkojen ja radan kokonaiskunnan kehittymistä.
Tarkemittaus	Kontrolloiva mittaus, jossa todetaan kohteen todellinen asema. Tarkemittauksen perusteella voidaan todeta todellisen ja suunnitellun aseman keskinäinen ero. Tarkemittauksia tehdään heti rakentamisen tai kunnossapidon jälkeen ja muulloinkin tarvittaessa. Lisäksi tarkemittauksella pystytään varmistamaan nuotituksessa määritettyjen sivuttaissiirto- ja nostoarvojen toteutuminen. Tarkemittaus tehdään takymetrillä. Takymetri on kulma- ja etäisyysmittauslaite, jonka etäisyysmittaus perustuu vaihe-erolaseriin. Takymetri asemoidaan eli orientoidaan käytössä olevaan vertausjärjestelmään mittausperustan kiintopisteiden suhteen.
Tarkkuusmenetelmä	Tukemismenetelmä, jossa tukemistyö tehdään geometriamittausten ja suunnitelman mukaisen, viimeisimmän raidegeometrian ja mittausperustan suhteen suunnitelluilla nosto- ja sivuttaissiirtoarvoilla (ns. nuotitus). Tarkkuusmenetelmän laatua voidaan parantaa laserohjauksen avulla.
Tiheästi mittaava mitavaunu	Nuotitukseen ja tarkemittaukseen soveltuva laitteisto, jolla voidaan perinteistä takymetrimittausta helpommin tuottaa tiheä mittausaineisto. Tiheästi mittavan vaunun avulla saadaan mitattua johtokiskon aseman ohella myös toisen kiskon asema, raideleveys, raiteen kallistus sekä kierous.

Todellinen raidegeometria	Maastossa oleva todellinen fyysinen raiteen asema ja asento tietyssä ajankohtana.
Tukeminen	Tukemiskoneella tehtävä raiteen tai vaihteen nosto, sivuttaissiirto ja kallistaminen sekä tukikerroksen uudelleenjärjestäminen ja tiivistäminen pölkyn alapuolella tukemishakkujen avulla. Tukemistyössä raide siirretään suunniteltuun asemaan ja asentoon.
Tukemiskone	Ratatyökone, joka on varustettu mittakantamittausjärjestelmällä. Tukemiskone nostaa, siirtää ja kallistaa raidetta sekä uudelleenjärjestää sekä tiivistää tukikerroksen pölkyn alapuolella.
Tukikerroksentiivistäjä (tukemispää)	Kaivinkoneeseen kiinnitettävä lisälaitte, jolla tuetaan pistemäisiä kohteita tiivistämällä tukikerrosta ja puristamalla tukikerrosmateriaalia pölkkyjen päiden alle. Tukikerroksentiivistäjän käyttö ohjeistetaan liitteessä Liite B: Tukikerroksen tiivistäjän käyttörajoitukset .
Urakoitsija	Rakennusurakoitsija tai kunnossapitäjä.

3 Milloin raide vaatii tukemista?

Raide vaatii tukemista, kun raidegeometrian raja-arvot tai toleranssit ylittyvät johtuen seuraavista:

- Radalla on tehty päällysrakennetöitä ([3.1 Päällysrakennetöiden jälkeinen tuenta](#)).
- Raidegeometriassa on havaittu vikoja tai virheitä, tai niiden kehittymistä ([3.2 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito](#)).

Aiheeseen liittyvää

[1.1 Raidegeometria](#)

[7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)

3.1 Päällysrakennetöiden jälkeinen tuenta

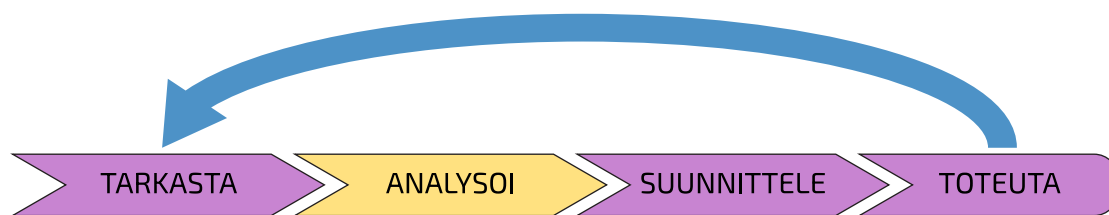
Radan rakentamisen ja muiden raidegeometriaan merkittävästi vaikuttavien töiden jälkeen raiteen asema tulee viedä suunniteltuun geometriaan työalueella.

1. Tuenta suunnitellaan osana päällysrakennetöiden suunnittelua ([6 Tukemistyön suunnittelu](#)).
2. Tuenta toteutetaan päällysrakennetöiden jälkityönä ([7 Tukemistyön toteuttaminen](#)).
3. Raiteen geometrista kuntoa seurataan tukemisen jälkeen ([7.5 Raiteen ja vaihteen geometrisen kunnan seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#)).
4. Työalue tuetaan tarvittaessa uudelleen, kunnes raiteen ja vaihteen suunniteltu asema saavutetaan.

5. Takuuajana tehdään tarvittaessa jälkituenta.
6. Kun urakka on valmis, kohde siirtyy kunnossapitoon.

3.2 Päälysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito

Kunnossapitäjä saa tiedon radan päälysrakenteessa olevista virheistä säännöllisesti suoritettavista radan tarkastuksista, mutta myös esimerkiksi ilmoituksina junankuljettajilta. Jos päälysrakenteessa havaitaan vika tai virhe, tai niiden kehittymistä, kunnossapitäjän tulee toimia seuraavan prosessin mukaisesti. Radan kunnossapidon suunnittelun ja toteutuksen prosessi on esitetty myös kuvassa [4 Radan kunnossapidon suunnittelu ja toteutus](#).



Kuva 4. Radan kunnossapidon suunnittelu ja toteutus

1. Tarkista tai arvioi vian tai virheen kiireellisyys- tai virheluokka.

Hyvä tietää: Radantarkastusvaunu luokittelee virheet oman virheluokituksensa mukaisesti. Muuten havaitut virheet ja viat luokitellaan kiireellisyysluokituksen mukaisesti.

Huomaa: Jos kyseessä on **virheluokka *** tai **kiireellisyysluokka 1:**

- Suorita paikassa välittömästi maastotarkastus.
- Suunnittele ja toteuta kunnossapidon toimenpiteet vian tai virheen korjaamiseksi.
- Mikäli vikaa tai virhettä ei voida korjata välittömästi, aseta alueelle vian tai virheen vaatima nopeusrajoitus, jotta turvallinen liikennöinti voidaan varmistaa vian tai virheen poistamiseen saakka.

2. Analysoi virhe.

Myös kiireelliset virheet tulee mahdollisuuksien mukaan analysoida mahdollisimman tarkasti, jotta ne eivät uusiutuisi.

3. Suunnittele ja toteuta tarkastusten ja analysoinnin pohjalta kunnossapidon toimenpiteet. Geometriavirheitä tai niiden kehittymistä voidaan korjata ja ennaltaehkäistä kunnossapitotuennalla.

Huomaa: Seuraa kunnossapidon toteutuksen pysyvyyttä tarvittaessa uusilla tarkastuksilla.

Ohjeita ja lisätietoja

- RATO 13 Radan tarkastus
- RATO 14 Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito
- RATO 15 Radan kunnossapito.

Aiheeseen liittyvää[3.2.1 Radan tarkastukset](#)[3.2.2 Päällysrakenteen kunnon maastotarkastus](#)[3.2.3 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen analysointi](#)[3.2.4 Kunnossapitotuenta](#)**3.2.1 Radan tarkastukset**

Tärkeimpänä radan kunnon indikaattorina käytetään radantarkastusvaunun tekemiä mittauksia, jotka tehdään pääraiteilla 2–6 kertaa vuodessa riippuen radan kunnossapitotasosta. Kunnossapidossa radantarkastusvaunun mittauksia täydennetään muilla mittauksilla, tarkastuksilla ja maastokatselmuksilla Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. Pidemmällä aikavälillä käytetään hyödyksi myös radanpidon 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 kunnon kehittymistä laajemmin.

Aiheeseen liittyvää[3.2 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito](#)**3.2.2 Päällysrakenteen kunnon maastotarkastus**

Maastotarkastuksilla on hyvä pyrkiä selvittämään geometriavirheiden juurisyitä, vaihtoehtoisten tuentaratkaisujen soveltuvuutta ja sitä kautta oikeita toimenpiteitä niiden korjaamiseksi. Näin pystytään ehkäisemään mm. turhaa tukemista ja sitä kautta tukikerrosmateriaalin heikentämistä. Koneellisen tuennan vaikutuksen tukikerrokseen katsotaan vastaavan suuruusluokkaa noin 4 miljoonaa brt liikennevaikutusta, vaihteluvälinä voidaan pitää 2–10 Mbrt.

1. Tutki virhepaikka.
2. Analysoi tukikerroksen kunto.
Ota tarvittaessa tukikerroksesta näytteitä.

Aiheeseen liittyvää[3.2 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito](#)

3.2.3 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen analysointi

Kunnossapitomenetelmän valinta edellyttää tarkkaa, mittauksiin ja tarkastuksiin pohjautuvaa analyysia radan kunnosta. Lisäksi on otettava huomioon kerätty historiatieto toteutetuista kunnossapitotöistä, jotta ongelmatilanteissa osataan suunnitella oikeat ja riittävät toimenpiteet muodostuneen virheen korjaamiseksi. Usein historiatiedon ja peräkkäisten mittausten analysointi paljastaa tarkastelualueelta ongelma-kohtia, joissa kunnossapitoa on jouduttu tekemään tiheämmin. Tyypillisiä ongelma-alueita ovat esimerkiksi päällys- ja alusrakenteen epäjatkuvuuskohdat, pehmeikköalueet ja sillan siirtymäalueet. Pidemmällä aikavälillä käytetään hyödyksi myös radanpidon tilastoja ja rekistereitä.

Tee mittauksiin ja tarkastuksiin pohjautuvan analysoinnin tueksi maastotarkastuksia.

Hyvä tietää: Virhepaikan analysoinnin tulee olla tarpeeksi laaja ja tarkka, jotta pystytään löytämään virhepaikan juurisyy jo ensimmäisellä analysointikerralla.

Huomaa: Kirjaa analysoinnin tulokset RAIKU-sovellukseen.

1. Käy läpi virhepaikalla aiemmin toteutetut kunnossapitotoimenpiteet.

Jos virhepaikkaa on jo yritetty korjata, mutta virhe ei ole korjaantunut tai se on uusiutunut, varmista, että kunnossapito on toteutettu ohjeiden ja suunnitelmien mukaisesti ja tarvittaessa analysoi virhe uudestaan, jotta voidaan löytää korjausmenetelmä, jolla virheen juurisyy saadaan poistettua. Ota huomioon raiteen kuormituksen vaikutus virheen uusiutumiseen.

2. Analysoi radantarkastusvaunun mittaustulokset.

Ota huomioon eri aallonpituusalueiden tulokset (taulukko [Taulukko : 1](#)). Eri aallonpituusalueiden perusteella virheet voidaan johtaa eri kohtiin alus- ja päällysrakenteessa. Radantarkastusvaunun mittaussuureiden virheluokat on esitetty tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus*.

Taulukko 1. Radantarkastusvaunun mittaustulosten analysointi

Aallonpituusalue	Kuvaus
D0 (korkeuspoikkeama)	<ul style="list-style-type: none"> Aallonpituusalue 1–5 m Lyhyet iskumaiset virheet, kiskoviat, jatkokset

Taulukko jatkuu...

Aallonpituusalue	Kuvaus
D1 (korkeuspoikkeama ja nuolikorkeus)	<ul style="list-style-type: none"> Aallonpituusalue 3–25 m Tukikerroksesta johtuvat virheet Myös iskumaiset lyhyet virheet, osittain samoja paikkoja nousee kuin D0-aallonpituuden kanssa
D2 (korkeuspoikkeama ja nuolikorkeus)	<ul style="list-style-type: none"> Aallonpituusalue 25–70 m Ratapenkan ja alusrakenteen ongelmat, pehmeikköalueet, jyrkät taitteet

3. Vertaile radantarkastusvaunun tuloksia Väyläviraston analytiikassa pidemmältä aikaväliltä (aikasarjatarkastelu).

Hyvä tietää: Väyläviraston analytiikkaa voi tarkastella esimerkiksi [Analytiikkaportalissa](#).

- Seuraa raiteen keskihajonnan kehittymistä.
Jos keskihajonta on kasvanut poikkeuksellisen nopeasti, se voi olla merkki kehittyvästä virheestä.
- Tunnista alkavat virhepaikat.
- Laske kehitysennusteet.
Kehitysennusteiden laskentaa voidaan käyttää myös kohdennettujen läpituentapaikkojen määrittämisessä.
- Tunnista tarkasteltavalta alueelta kohdat, joissa voi käyttää ylinostoa.
Ylinostoa käyttämällä pistemäisten virheiden korjauksessa voidaan päästä pysyvyyden kannalta parempiin tuloksiin. Ylinostoa on suositeltavaa käyttää kohteissa, joissa esim. korkeuspoikkeamavirhe uusiutuu nopeasti, poistetaan säätölevyjä tai tyhjiömittareiden avulla on todettu, että paikassa on ns. piilopainumaa.

4. Jos vaihdealueella on pitkiä vaihdepölkkyjä, mittaa niiden suoruus takymetrimittauksella vaihteessa havaitun geometriavirheen analysoinnin tueksi.

Mittauksella varmistetaan, että geometriavirheen korjaustapaa valittaessa pitkien vaihdepölkkyjen mahdollinen kaarevuus on otettu huomioon. Pitkien pölkkyjen ominaisuuksiin kuuluu keskimäärin 2–4 mm kupuruus, eikä tätä kupuruutta luokitella pölkyn viaksi, joka pitäisi poistaa. Yli 4 mm mittapoikkeamat pölkyn suoruudessa tulee ottaa huomioon geometriavirheen korjauksessa.

Aiheeseen liittyvää

[3.2 Päällysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito](#)

3.2.3.1 Keskihajonta, geometrisen kunnan laatua kuvaava mittari

Geometrisen kunnan laatua kuvaavana mittarina on käytetty jo pidempään korkeuspoikkeaman sekä nuolikorkeuden keskihajontaa. Keskihajonnan avulla voidaan arvioida korkeuspoikkeamien ja nuolikorkeuspoikkeamien yleistä kehitystä. Korkeuspoikkeaman ja nuolikorkeuden keskihajonta-arvot mahdollistavat hyvin peräkkäisten mittausajojen vertailun. Nämä laatuparametrit soveltuvat myös yhtenä laatumittarina koneellisen tuennan laadun arviointiin ja kertovat myös osaltaan tukikerroksen kunnosta.

Keskihajonta on kuvaus alkuperäisen radantarkastustulossignaalin "tasaisuudesta". Keskihajonnan laskentatapoja on useita. Keskihajonnan voi laskea eri ikkunapituuksilla ja ikkunatyypeillä, kuten liukuva tai segmentoitu. Eri laskentatyypeillä on vaikutuksia laskennan lopputuloksiin. Nämä hajontaindeksit (kuten TQI, Track Quality Index) kuvaavat geometristä kuntoa yhteismitallisesti ("absoluuttisesti") toisin kuin kunnossapitotasokohtaisiin virherajoihin sidottu virhepaikka- tai virhemetrimäärä.

Keskihajonnan mittareina käytetään rataosan korkeuspoikkeaman (KPD1) ja nuolikorkeuden (NKD1) 200 m liukuvan keskihajonnan (SD) kertymäfunktion 90 % arvoja. Korkeuspoikkeaman ja nuolikorkeuden keskihajontoihin perustuvista indekseistä käytetään yleisesti lyhenteinä KPD1 SD 90 % ja NKD1 SD 90 %. Kun liukuvan keskihajonnan laskentapituutta muutetaan lyhemmäksi, esim. SD 50 m, pystytään keskihajonnan perusteella arvioimaan sekä kohdistamaan paremmin myös alkavia virhepaikkoja.

3.2.4 Kunnossapitotuenta

Kunnossapitotuennalla korjataan analysoituja geometriavirheitä ja tarvittaessa ennaltaehkäistään niiden kehittymistä.

Hyvä tietää: Kunnossapitotuennassa tukikerrosmateriaalin kunnan tulee olla riittävän hyvä, jotta tukikerros uudelleenjärjestäytyy ja tiivistyy pölkyn alapuolella pysyvästi tukemisen vaikutuksesta. Korkea hienoaainespitoisuus ja sepelin pienentynyt raekoko heikentävät merkittävästi tukemistuloksen pysyvyyttä. Esimerkiksi laiturialueilla ja tasoristeysten kohdilla hiekoitushiekka heikentää tukikerrosmateriaalin kuntoa.

Kunnossapitotuenta

Kunnossapitotuennassa korjataan geometriavirheitä pistemäisesti, kohdennetulla läpituennalla tai läpituennalla.

Ennaltaehkäisevä kunnossapitotuenta

Ennaltaehkäisevässä kunnossapitotuennassa tehdään kohdennettu läpituenta paikkoihin, joihin oletetaan muodostuvan virheitä. Ennaltaehkäisevällä kunnossapitotuennalla voidaan ennaltaehkäistä geometriavirheiden syntymistä ja ylläpitää raidegeometrian kuntoa. Ennaltaehkäisevä

kunnossapitotuenta tehdään kohdennettuna läpituentana kohteissa, joissa korkeuspoikkeaman ja nuolikorkeuden keskihajonnat ovat selvästi kasvaneet ja ovat edenneet jo alkaviksi virhepaikoiksi.

Aiheeseen liittyvää

[3.2 Päälysrakenteessa havaittujen virheiden ja vikojen kunnossapito](#)

4 Tukemismenetelmät

Tukemismenetelmät ovat:

- tarkkuusmenetelmä
- suhteellinen tarkkuusmenetelmä
- laserohjattu tuenta
- suhteellinen menetelmä
- käsintuenta

Aiheeseen liittyvää

[6.4 Tukemismenetelmän valinta](#)

[1.2 Tukemisperiaate](#)

4.1 Tarkkuusmenetelmä

Tarkkuusmenetelmä perustuu toimivalle mittausperustalle sekä raidegeometriamittauksille, joiden avulla määritetään raiteen keskilinjan ja korkeusviivan sijainti. Todellista raiteen asemaa verrataan suunniteltuun, ja vertailun perusteella määritetään siirtoarvot raiteen siirtämiseksi suunniteltuun asemaan. Siirtoarvojen määrittämistä kutsutaan yleisemmin nuotitukseksi. Siirrot koostuvat pystysuuntaisesta nostosta sekä sivuttaissiirrosta. Mittaus tehdään yleensä vain toisen kiskon suhteen. Tätä kiskoa kutsutaan johtokiskoksi. Tarkkuusmenetelmällä suoritettua tukemistyötä tarkkuutta voidaan parantaa laserohjauksella.

Raide 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. Tästä johtuen mittausperustan uusimisen yhteydessä raiteen asema on aina kartoitettava ja raidegeometria on määritettävä uudelleen.

4.2 Suhteellinen tarkkuusmenetelmä

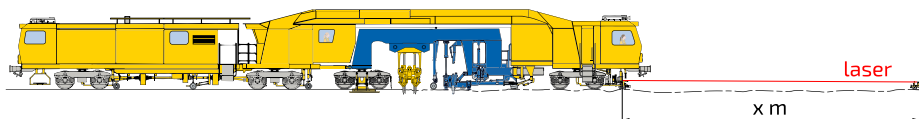
Suhteellisessa tarkkuusmenetelmässä mittaustyö tehdään suhteellisesti todellisen raidegeometrian suhteen, kun suunnitelman mukaista käyttökelpoista raidegeometriatietoa tai käyttökelpoista mittausperustaa ei ole käytettävissä.

Raidegeometrian puuttuessa kartoitetaan todellinen raidegeometria ja mahdolliset vaakageometrian muutoskohdat. Kartoituksesta rakennetaan nuotitusta ohjaava taiteviiva tai geometria nosto- ja sivuttaissiirtojen määrittystä varten. Tavoitteena on poistaa raiteen asennon virheet, kuten nuolikorkeusvirheet ja korkeuspoikkeamat niin, että raiteen asemaa ei muuteta enempää kuin virheiden korjaamiseksi on tarpeellista.

Käyttökelpoisen mittausperustan puuttuessa riippuen tukemisalueen laajuudesta, voidaan nuotitusmittausta varten rakentaa ja mitata apukiintopisteitä raidegeometrian mukaisessa vertausjärjestelmässä. Apukiintopisteiltä suoritetaan nuotitusmittaukset tukemisen nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen määrittämiseksi. Jos apukiintopisteiltä tehty määrittely on edelleen kohtuuttoman kaukana raidegeometriasta, voidaan tukeminen suorittaa suhteellisella menetelmällä. Jos tukemisalue on niin laaja, että apukiintopisteiden rakentaminen ja mittaaminen tulisi epäedulliseksi tukemistyön kannalta, voidaan tukeminen suorittaa suhteellisella menetelmällä tai alueelle on rakennettava uusi mittausperusta ja raidegeometria tilaajan hyväksymänä erillistyönä (kts. kohta [6.5.4 Raidegeometrian ja mittausperustan korjaaminen](#)).

4.3 Laserohjattu tuenta

Laserohjattu tuenta (kuva [5 Laserohjattu tuenta](#)) on yksi tarkkuusmenetelmän muoto. Menetelmä perustuu erilliseen, tukemiskoneen etupuolelle sijoitettuun laserlähettimeen sekä tukemiskoneeseen sijoitettuun laservastaanottimeen. Laserohjatulla tuennalla pystytään pienentämään nuolikorkeuden ja korkeuspoikkeaman keskihajontaa D2- ja D3-aallonpituuden osalta. Laserohjauksella pidennetään tukemiskoneen mittakantaa ja parannetaan myös tukemistyön tarkkuutta nuotituspisteiden välissä. Laserohjatun tuennan yhteydessä on syytä huomioida, että nuotit eivät välttämättä täsmää laserohjauksen siirtoarvoihin. Laserohjatun tuennan (pystylaser) etuna takymetrimittaukseen verrattuna on, että mittaus tehdään kuormitettuna ja tällöin mahdolliset piilopainumat saadaan korjattua staattista mittausta paremmin.



Kuva 5. Laserohjattu tuenta

4.4 Suhteellinen menetelmä

Suhteellinen menetelmä perustuu tukemiskoneen omaan mittakantaan. Suhteellista menetelmää käytettäessä on tukemisyksiköllä oltava viimeisin raidegeometriatieto ja työssä on huolellisesti hyödynnettävä maastossa tehtyjä geometrian poikkeamahavaintoja ja muutoskohtia osoittavia merkintöjä. Tukemiskoneella suoritetaan ensin mittausajo sekä käsinmittaus todellisen raiteen asennon selvittämiseksi.

4.5 Käsintuenta

Käsintuenta tehdään käsikäyttöisellä työkoneella eli kankikoneella). Käsintuentaa käytetään pääsääntöisesti kohteissa, joita ei voida tukea tukemiskoneella. Käsikäyttöinen tukemiskone värähtelee tukemistyöhön soveltuvalla taajuudella, ja sillä tiivistetään sepeliä pölkyn alle kankeamalla. Käsintuenta saa käyttää yksittäisten pistemäisten virheiden korjauksessa sekä pölkynvaihdoissa. Lisäksi käsintuenta tulee käyttää vaihteentuennan yhteydessä pitkien pölkkyjen alueella, tukemiskonetta avustavana työnä.

5 Tukemistyön yleiset vaatimukset

Tässä kohdassa kuvataan tukemistyön yleiset vaatimukset.

5.1 Tukemiskoneen työnjäljen tallennusjärjestelmä

Hyvä tietää: Vuonna 2010 tai sen jälkeen käyttöönotetut tukemiskoneet tulee olla varustettu työnjäljen tallennusjärjestelmällä standardin SFS-EN 13848-3 mukaisesti viimeistään 1.6.2023. Tukemiskoneet, jotka on käyttöönotettu ennen vuotta 2010, tulee olla varustettu työnjäljen tallennusjärjestelmällä standardin SFS-EN 13848-3 mukaisesti viimeistään 1.6.2025.

Tukemiskoneen työnjäljen tallennusjärjestelmä (piirturin tuloste) on tärkeä osa tukemistyön laadunvarmistusta. Työnjäljen tallennusjärjestelmän tuottamassa dokumentissa on esitettävä taulukon [2 Työnjäljen tallennusjärjestelmän graafisen dokumentaation parametrit ja niiden suositeltu skaala ja esittämistapa standardin mukaisesti varustetulla tukemiskoneella sekä mittakantamittauksella](#) mukaiset parametrit. Työnjäljen tallennusjärjestelmän tuottama tiedostoformaatti tulee olla avattavissa ilman erikseen hankittavia järjestelmiä/lisenssejä.

Taulukko 2. Työnjäljen tallennusjärjestelmän graafisen dokumentaation parametrit ja niiden suositeltu skaala ja esittämistapa standardin mukaisesti varustetulla tukemiskoneella sekä mittakantamittauksella

Parametri	Parametrin englanninkielinen termi/lyhenne	Skaala	Väri	Pakollinen/suositteltu
Korkeuspoikkeama oik D1*		1:1	Ruskea	pakollinen
Korkeuspoikkeama vas D1*		1:1	Ruskea	pakollinen
Kierous		3:1	Sininen	pakollinen
Kallistus		1:5	Vihreä	pakollinen
Nuolikorkeus oik D1*		1:1	Vaalean vihreä	pakollinen
Nuolikorkeus vas D1*		1:1	Vaalean vihreä	pakollinen
Nostoarvo oik		1:3	Violetti	suositeltu
Nostoarvo vas		1:3	Violetti	suositeltu
Raideleveys		1:1	Oranssi	suositeltu
Puristusaika		-	Vapaasti valittavissa	suositeltu
Tukemissyvyys		-	Vapaasti valittavissa	suositeltu
Puristusaine		-	Vapaasti valittavissa	suositeltu
Tukikerroksen kunto		-	Vapaasti valittavissa	suositeltu

* Mittakantamittaustekniikkaa käyttävällä järjestelmällä riittää mittakanta tai inertia vähintään yhdestä kiskosta tai yksi arvo raiteen keskilinjasta.

5.2 Tukemistyön turvallisuus ja riskienhallinta

Työn toteutuksessa tulee noudattaa *Radanpidon turvallisuusohjeita (TURO)*.

Tunnelissa oleskelua tulee välttää tuenta- ja sepelöintityön aikana.

Huomaa: Päälysrakennetöiden seurauksena tukikerros löyhtyy, mistä seuraa alentunut raiteen poikittaisvastus. Alentunut poikittaisvastus voi aiheuttaa geometriavirheitä ja pahimmillaan johtaa hellekäyrän muodostumiseen.

Hyvä tietää: Hellekäyrän riski perustuu raiteen ominaisuuksiin, joista neljä tärkeintä ovat:

- raiteen poikittaisvastus
- kiskonlämpötilan ja neutraalilämpötilan välinen erotus
- raiteen nuolikorkeuspoikkeama
- kaarteiden säde.

5.3 Työn luvat ja ilmoitukset

5.3.1 Melu- ja yötyölupa

Jos työtä tehdään 7–22 välisen ajan ulkopuolella taajama-alueella tai asutuksen läheisyydessä, työlle on annettava melu- ja yötyölupa paikalliselta viranomaiselta.

5.3.2 Tasoristeyskannen purkulupa

Tasoristeyskannen purkua varten on annettava purkulupa tieviranomaiselta (yleiset tiet) tai paikalliselta viranomaiselta (kadut).

5.3.3 Työn esteiden purkamisesta ilmoittaminen

Tasoristeyskannen purkamisesta on ilmoitettava poliisille ja pelastusviranomaisille. Purkamisesta on ilmoitettava maastoon vietävällä taululla ennen työn aloittamista. Taulussa esitetään tukemistyön aikataulu sekä mahdollinen kiertotie.

Liikkuvan kaluston valvontalaitteisiin liittyvien ilmaisimien yms. laitteiden purkamisesta on ilmoitettava ohjeen *Liikkuvan kaluston valvontalaitteiden vaikutus radan kunnossapitotöihin* mukaisesti.

5.3.4 Liikennettä häiritsevistä töistä ilmoittaminen

Liikennettä häiritsevistä töistä on ilmoitettava tieliikenteen hallinnasta vastaavalle taholle.

5.4 Tukemistyön pätevyysvaatimukset

Rautatiealueella työskenneltäessä on noudatettava työn aikana voimassa olevia Väyläviraston pätevyysvaatimuksia. Palveluntuottajan on varmistettava, että henkilökunnalla on vaadittujen pätevyyksien lisäksi riittävä työ- ja rautatieturvallisuusosaaminen sekä riittävä kokemus ja osaaminen kyseiseen työtehtävään. Pätevyysvaatimukset on kuvattu Väyläviraston ohjeessa [Valtion rataverkon haltijan osaamis- ja pätevyysvaatimukset](#).

Tukemistyön vastuuhenkilöllä tulee olla päällysrakennepätevyys.

6 Tukemistyön suunnittelu

Tukemistyön suunnittelu sisältää seuraavat tehtävät:

- Ajoita tukemistyö ([6.1 Tukemistyön ajoittaminen](#)).
- Määritä tukemisalue ([6.2 Tukemisalueen määrittäminen](#)).
- Selvitä epäjatkuvuuskohtat ja pakkopisteet ([6.3 Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen](#)).
- Valitse tukemismenetelmä kohdan [6.4 Tukemismenetelmän valinta](#) mukaisesti.
- Jos tukemismenetelmäksi on valittu tarkkuusmenetelmä tai suhteellinen tarkkuusmenetelmä, tee nuotitus ([6.5 Nuotitus](#)).
- Laadi työsuunnitelma kohdan [6.6 Työsuunnitelman laatiminen](#) mukaisesti.

6.1 Tukemistyön ajoittaminen

Huomaa: Tukemistyötä on vältettävä liian aikaisin keväällä. Jos routa ei ole sulanut, tukemistyöllä ei välttämättä saavuteta pysyvää raiteen asemaa.

Huomaa: Erityisesti nuolikorkeuspoikkeamat kaarteissa on korjattava riittävän ajoissa ennen helteitä, että raide ehtii stabiloitua.

Huomaa: Kiireellisissä tapauksissa, esimerkiksi kun radantarkastusvaunun 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*).

Tukemistyön ajoittamisessa pitää ottaa huomioon seuraavat asiat:

- tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat ([7.1.3 Tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat](#))
- muodostuneen virheen vakavuus (C-, D-, vai *-luokka)
- käytössä olevat resurssit
Koneille määritellään tarvittaessa suoritusjärjestys.
- saatavissa olevat työraot työkohteeseen liikkumiseen, työn suorittamiseen ja työkohteesta poistumiseen seisona-/säilytysraiteelle
- tarvittavat esityöt, avustavat työt ja jälkityöt sekä niiden kesto
Raiteilla, joilla suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, sekä tunneleissa täydennyssepelöinti ([7.2.2 Tukikerroksen täydennyssepelöinti](#)), tukeminen ([7.3 Tukemistyö](#)) ja tukikerroksen viimeistely ([7.4.5 Tukikerroksen viimeistely](#)) tulee lähtökohtaisesti toteuttaa samassa työraossa.
- sääolot (erityisesti keväällä ja kesän kuumina päivinä)
- muiden alueella tehtävien kunnossapitotöiden yhteensovittaminen
- työlle tarvittavat luvat ([5.3 Työn luvat ja ilmoitukset](#))
Melu- ja pölyhaitan aiheuttamiseen tarvittavat luvat saattavat rajoittaa tukemistyön ajankohtaa.

6.2 Tukemisalueen määrittäminen

Tukemistyö toteutetaan tapauksesta riippuen jollakin seuraavista tavoista:

- läpituenta (tehdään liikennepaikalta liikennepaikalle yhtenäinen jakso)
- kohdennettu läpituenta (valitaan tietyn kriteerin ylittävät, pidennetyt segmentit, jotka tuetaan)
- pistemäisten virheiden korjaaminen.

Tuettava alue määritetään pääsääntöisesti raiteentarkastusvaunun mittaustulosten perusteella (erityisesti kunnossapitotuenta).

Tukemisalue määritetään seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Koko virhealue pitää saada tuettua niin, että tukeminen aloitetaan virheettömältä alueelta ja lopetetaan virheettömälle alueelle.

Huomaa: Koko virhealueen tukeminen voi edellyttää esimerkiksi tasoristeyksen kannen avaamista, akselinlaskenta-anturin irrottamista tai muuta vastaavaa. Mitään virhealueen kohtaa ei saa jättää tukematta, koska tukemisen aloitus- ja lopetuskohtiin syntyy epäjatkuvuuskohtia.

- Läpituenta on toteutettava liikennepaikalta liikennepaikalle -periaatteella.
- Aloitus- ja lopetuskohdalla ei saa olla vaaka- tai pystysuuntaisia virheitä.
- Tarvittavien alku- ja loppuviisteiden pituus on riippuvainen noston suuruudesta. Viisteiden kaltevuuden tulee olla 1:1 000 tai loivempi. Yksittäinen korkeuspoikkeama (painuma) esimerkiksi eristysjatkoksen kohdalla voidaan tukea ilman alku- ja loppuviisteitä.
- Läpituentojen osalta on eroteltava alueet, joilla on tehtävä esituentaa, jotta läpituontavaiheessa nostot pysyvät tasaisina 20–50 mm.

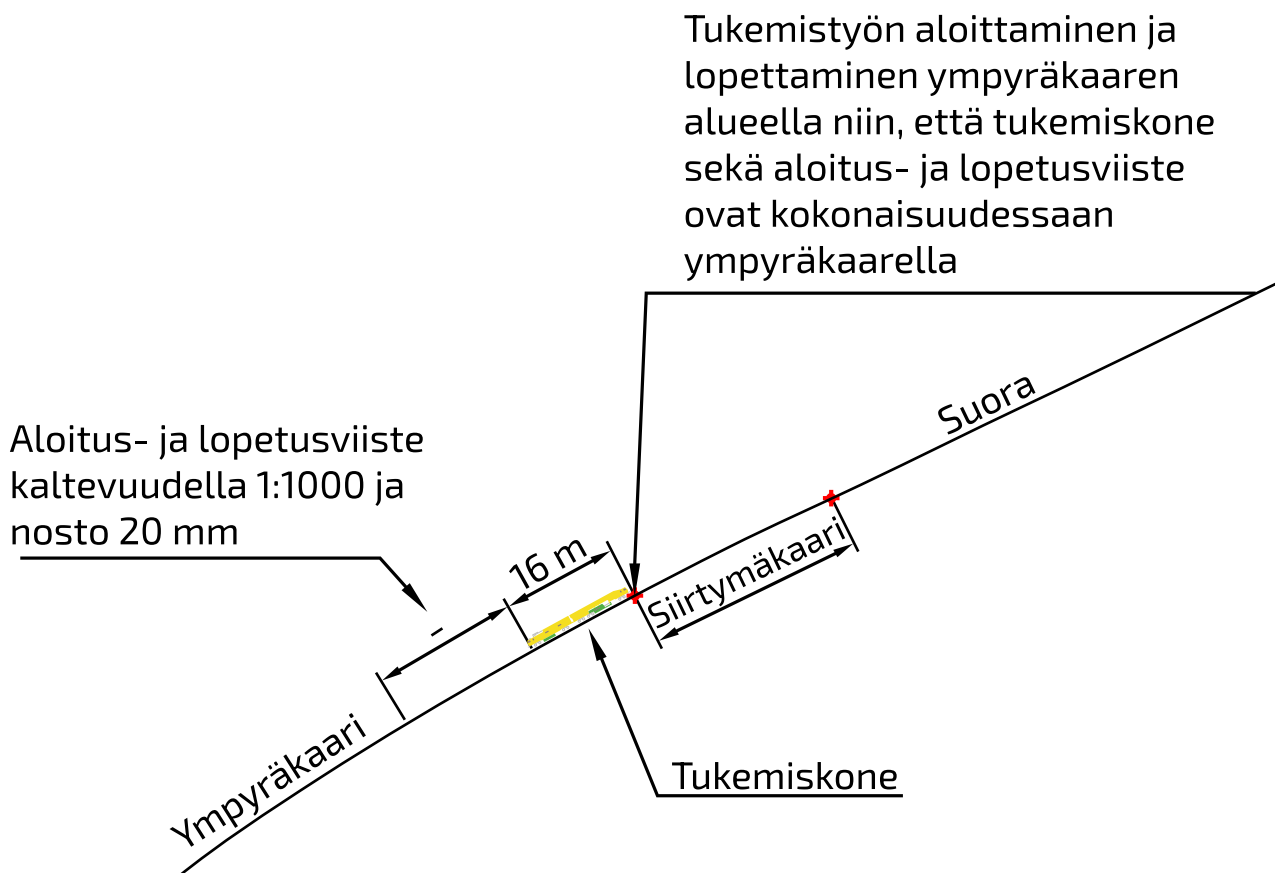
Huomaa: Yksittäisen tukemisalueen määrittämisessä on huomioitava käytössä olevan koneen ominaisuudet ja työsuorite [m/h] sekä se, minkä tyyppistä virhettä korjataan. Jos D-luokan virheitä on useampia lyhyellä matkalla (esim. noin 100 metriä), tämä saattaa aiheuttaa liikkuvaan kalustoon epästabiilia kulkua. Esimerkiksi alle 500 metrin päässä toisistaan olevat virheet kannattaa tukea tarkkuusmenetelmää käytettäessä samalla tukemiskerralla niin, että virhekohtien välinen raide tuetaan yhtenäisen raidegeometrian saavuttamiseksi.

Tukemisalueen tulee olla pidempi ja yhtenäinen esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

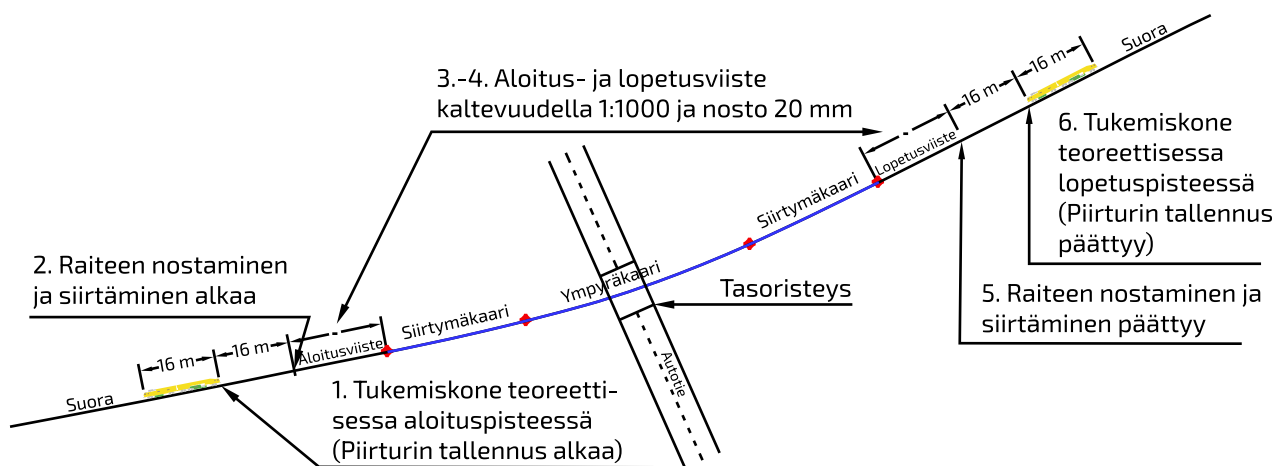
- korjataan useampia lähekkäin olevia virheitä
- tuetaan vaihdealuetta
- virhe sijoittuu kaarrealueelle.

Ympyräkaari

- Tukemistyö voidaan aloittaa ja lopettaa ympyräkaarelle, jos raiteen geometria on toleranssien mukainen. Aloitus- ja lopetusviisteiden on tällöin tultava kokonaisuudessaan ympyräkaarelle.
- Kun tukemistyö aloitetaan tai lopetetaan ympyräkaaren alueella, tukemiskoneen mittakannan on oltava kokonaisuudessaan ympyräkaarella, myös aloitus- ja lopetusviisteitä tehtäessä (kuva [6 Tukemistyön aloitus ja lopetus ympyräkaaren alueella](#)).
- Jos tukemiskoneen mittakanta ei mahdu kokonaisuudessaan ympyräkaaren alueelle, aloitus ja lopetus on tehtävä suoralla (kuva [7 Tukemistyön aloitus ja lopetus työalueella, jossa aloitus ja lopetus on mahdotonta ympyräkaaren alueella](#)). Tukemiskoneen mittakanta on kuvan esimerkissä 16 m pitkä, ja lopetuskohtien oletetaan olevan raidegeometrian toleranssien ([7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)) mukaiset.



Kuva 6. Tukemistyön aloitus ja lopetus ympyräkaaren alueella



Kuva 7. Tukemistyön aloitus ja lopetus työalueella, jossa aloitus ja lopetus on mahdotonta ympyräkaaren alueella

Siirtymäkaari

- Siirtymäkaari pitää aina tukea kokonaisuudessaan.
- Jos vaihteen etu- tai takajatkos liittyy suoraan siirtymäkaareen, tuettavaksi alueeksi pitää määrittää vähintään koko siirtymäkaari.

- Aloitus- ja lopetusviisteet eivät saa sijoittua siirtymäkaareen (kuva 7 Tukemistyön aloitus ja lopetus työalueella, jossa aloitus ja lopetus on mahdotonta ympyräkaaren alueella).
- Tukemistyö voidaan aloittaa tai lopettaa siirtymäkaaren alueella vain tukikerroksettoman sillan tapauksessa.
- Tukemiskoneen mittakanta ei saa koskaan olla tukemisen aloituksessa eikä lopetuksessa siirtymäkaaren alueella.

Kallistusviiste

- Kallistusviiste pitää aina tukea kokonaisuudessaan.
- Aloitus- ja lopetusviisteet eivät saa sijoittua kallistusviisteeseen.
- Tukemiskoneen mittakanta ei saa koskaan olla tukemisen aloituksessa eikä lopetuksessa kallistusviisteen alueella.

Vaihdealue

- Vaihdetta tuettaessa koko vaihdealue pitää tukea vaihteentukemiskoneella.

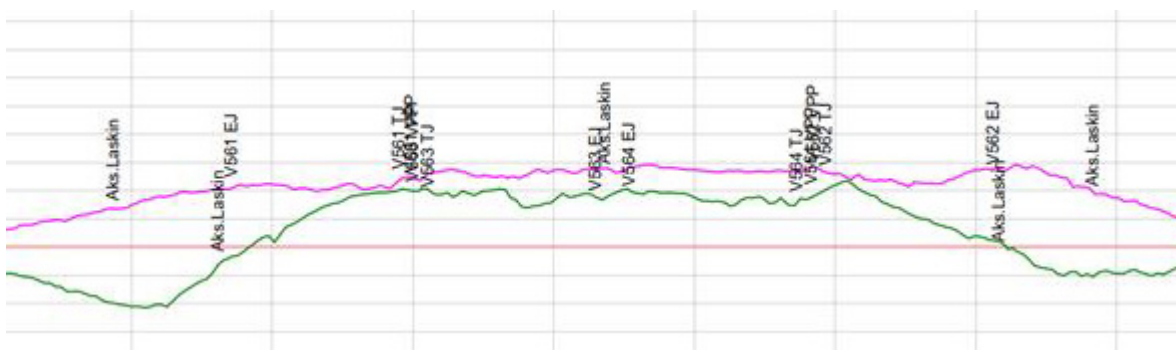
Hyvä tietää: Vaihdealueeseen kuuluvat vaihde sekä etäisyys V/2 (V ilmoitetaan km/h) etu- ja takajatkoksista vaihteesta poispäin. V/2 on aina vähintään 50 m. Useaan kertaan tuetut vaihde-alueet nousevat tyypillisesti linjaosuuksia korkeammalle.

- Aloitus- ja lopetusviisteet eivät saa sijoittua vaihdealueelle.

Hyvä tietää: Tietyissä tapauksissa on hyvän raidegeometrian kannalta järkevää sijoittaa aloitus- tai lopetusviiste vaihdealueelle. Näissä tapauksissa tukemista ei tarvitse tehdä koko vaihdealueen matkalta eikä tukemiskoneena tarvitse käyttää vaihteentukemiskonetta.

- Tukemistyö on tarvittaessa aloitettava ennen vaihdealuetta ja lopetettava vaihdealueen jälkeen, jotta aloitus- ja lopetusviisteiden kasautuminen ei aiheuta rataa ylimääräisiä pystytaitteita.

Kuvassa 8 Vaihdealueiden korkeusasema suhteessa suunniteltuun korkeusasemaan on esimerkki raiteiden korkeusasemasta vaihdealueella. Raiteiden todelliset korkeusasemat on esitetty vihreällä ja lilalla, ja punainen vaakaviiva kuvaa suunniteltua korkeusasemaa.



Kuva 8. Vaihdealueiden korkeusasema suhteessa suunniteltuun korkeusasemaan

Aiheeseen liittyvää[7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)

6.3 Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen

Tukemistyötä varten on koottava määritetyltä alueelta tiedot sellaisista epäjatkuvuuskohdista ja pakkopisteistä, joilla on vaikutusta tukemisalueen määrittämiseen, työn suorittamiseen tai työn lopputulokseen. Tiedot selvitetään RATKOsta, rekistereistä tai viimeistään maastomittausten yhteydessä. Epäjatkuvuuskohtia ovat kiskopainon muutos, pölkkytyypin muutos ja pohjaimelliset alueet. Pakkopisteitä ovat esim. tukikerroksettomat sillat, laiturit, vaa'at ja pyörävoimailmaisimet.

Aiheeseen liittyvää[6.5.2 Maastomittaukset](#)

6.4 Tukemismenetelmän valinta

Tukemismenetelmän valinta on riippuvainen ensisijaisesti rataosan kunnossapitotasosta, kiskotuksesta (jatkuvakiskoraide / lyhyt- tai pitkäkiskoraide) ja tuettavan kohteen laajuudesta alla luetellusti.

Huomaa: Jos kohteelle on olemassa toimiva mittausperusta ja raidegeometriatieto, käytetään aina tarkkuusmenetelmää.

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

Tukemistyössä pitää ensisijaisesti käyttää tarkkuusmenetelmää.

Suhteellista tarkkuusmenetelmää voidaan käyttää, jos toimivaa mittausperustaa tai raidegeometriatietoa ei ole olemassa.

Pistemäiset virheet (< 10 m) ja kiireelliset pistemäiset virheet voidaan korjata suhteellisella menetelmällä.

Kiireelliseksi virheeksi luokitellaan

- suoraan junaliikenteeseen ja sen turvallisuuteen vaikuttavat *-luokan virheet
- paikallisesti suoraan junien nopeuksiin alentavasti vaikuttavat viat.

Jos radanpitäjä on rataosakohtaisesti tai yksittäisellä rataosuudella vaatinut raidegeometrian ylläpitämistä suunnitelman mukaisessa raidegeometriassa ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus* esitettyä tiukemmalla toleranssilla, tukemistyön tulee aina perustua tarkkuusmenetelmään.

Laserohjattua tuentaa voidaan käyttää kunnossapitotasolla 1AA ja 1A. Laserohjattua tuentaa voidaan käyttää myös kunnossapitotasolla 1 raiteen perusparannuskohteissa sekä uusia ratoja rakennettaessa. Laserohjausta voidaan käyttää myös alemman kunnossapitotason kohteissa. Rataverkon haltijan luvalla laserohjauksen sijasta voidaan käyttää myös muita vastaavaan tarkoitukseen soveltuvia laitteita.

Kunnossapitotasojen 4, 5 ja 6 radat

Suhteellisella tarkkuusmenetelmällä ja suhteellisella menetelmällä tehtävät kunnossapitotuennat ovat sallittuja.

Aiheeseen liittyvää

[4 Tukemismenetelmät](#)

[7.3.5 Mittausajo](#)

6.5 Nuotitus

Nuotituksessa määritetään nosto- ja sivuttaissiirtoarvot raiteen siirtämiseksi suunniteltuun asemaan. Nuotitus tulee toteuttaa seuraavasti:

1. Selvitä suunniteltu raidegeometria ja mittausperusta ([6.5.1 Raidegeometrian ja mittausperustan selvittäminen](#)).
Jos toimivaa raidegeometriaa tai mittausperustaa ei ole, katso kohdat [6.5.3 Raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuudesta ilmoittaminen](#) ja [6.5.4 Raidegeometrian ja mittausperustan korjaaminen](#).
2. Kartoita raiteen asema nuotitusmittauksilla ([6.5.2 Maastomittaukset](#)).
Ota huomioon mahdolliset ylinostoa vaativat kohteet. Ylinoston suuruus on 30 %
3. Laadi nuotitusmittausten perusteella nuotti eli nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen listaus sekä raidegeometrian muutos- ja pakkopisteet ([6.5.5 Nuotin laatiminen](#)).

6.5.1 Raidegeometrian ja mittausperustan selvittäminen

Urakoitsijan on selvitettävä ja toimitettava mittausorganisaatiolle viimeisin raidegeometria ja mittausperustojen kiintopistetiedot työalueelta.

Urakoitsija voi tarvittaessa pyytää raidegeometrian tai kiintopisteiden tietoja rataverkon haltijan palveluista.

Hyvä tietää: Mittausperustojen kiintopisteiden tietoja ylläpidetään RATKOssa. Mittausperustojen oikeellisuuteen tulee suhtautua kriittisesti. Mittausperustan toimivuus voidaan varmistaa vain maastomittauksilla. Rekisteriin toimitettujen tietojen oikeellisuuteen vaikuttavat mm. mittausperustan tuhoutuminen sekä rekisteritietojen puutteellisuus. Lisäksi kiintopisteet on saatettu määrittää rataverkon haltijan ohjeiden vastaisesti, eikä tietoja voida siten viedä rekisteriin eikä luovuttaa eteenpäin.

Hyvä tietää: Raidegeometriatiedot on tallennettu Geoviite-järjestelmään. Tallennettujen raidegeometriatietojen oikeellisuuteen tulee suhtautua kriittisesti. Raidegeometriatietojen toimivuus voidaan varmistaa vain maastomittauksilla. Ongelmia raidegeometriatiedon käytettävyydelle aiheuttavat mm. mittausperustan tuhoutuminen, raidegeometriatiedon ja mittausperustan oleminen eri vertausjärjestelmissä, raidegeometrioiden pirstaloituminen, rakentamisen aikana tapahtuneiden muutosten jääminen päivittämättä raidegeometriatietoihin, raidegeometrian mittausperustatiedon puuttuminen ja uusimman raidegeometrian puuttuminen tietojärjestelmistä. Vaikka raiteen suunniteltu asema ei enää täsmäisi maastossa olevaan todelliseen raidegeometriaan, kannattaa vanhoja raidegeometrioita kuitenkin hyödyntää raidegeometrian päivityksessä, sillä raiteen todellinen asento saattaa silti vastata alun perin suunniteltua raiteen asentoa.

6.5.2 Maastomittaukset

Raidegeometriamerkintöjen toimivuus suunnitellun raidegeometrian kanssa on varmistettava maastomittauksilla.

Hyvä tietää: Raidegeometrian muutoskohdat on esitetty maastossa raidegeometriamerkinnoilla. Raidegeometriamerkinnot on selostettu ohjeessa *RATO 17 Radan merkit ja merkinnät*. Tukemiskoneen kuljettajat käyttävät merkintöjä muutoskohtien paikantamiseen. Aina raidegeometriamerkinnot eivät täsmää todellisen raidegeometrian kanssa.

Maastomittauksissa on noudatettava ohjeessa *Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje* esitettyjä raiteen maastomittausten laatu- ja tarkkuusvaatimuksia.

Huomaa: Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että kallistettujen kaarrevaihteiden tukemisessa on käytettävissä toimiva raidegeometria, jossa on otettu huomioon poikkeavan raiteen kallistuksen käsittely myös vaihteen ulkopuolella.

Jos nuotitusmittauksia on tehtävä tiheästi, mittauksissa voidaan saavuttaa hyötyä käyttämällä tiheästi mittaavaa mittavaunua ([6.5.2.3 Mittaus tiheästi mittaavalla vaunulla](#)).

Hyvä tietää:

Mittauksen erityisluonteen takia niiden aikana on tehtävä säännöllisiä laadunvarmistusmittauksia. Jokaisen kojeaseman kohdalla on tehtävä kontrollimittaus tunnettuun pisteeseen vähintään ennen ja jälkeen varsinaista nuotitusmittausta. Mikäli nuotitusmittausten aikana on havaittu kojeen liikkumista, on kyseisen asemapisteen nuotitusmittaukset uusittava.

- Jos tukemismenetelmäksi on valittu tarkkuusmenetelmä, tee nuotitusmittaus ([6.5.2.1 Nuotitusmittaus](#)).
- Jos tukemismenetelmäksi on valittu suhteellinen tarkkuusmenetelmä, tee suhteellinen nuotitusmittaus ([6.5.2.2 Suhteellinen nuotitusmittaus](#)).
- Merkitse mittausten yhteydessä tukemisen aloitus- ja lopetuspiste maastoon ([6.5.2.4 Aloitus- ja lopetuspisteen merkitseminen](#)).

Aiheeseen liittyvää[6.3 Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen](#)**6.5.2.1 Nuotitusmittaus**

Nuotitusmittaukset tulee suorittaa enintään kahdeksan (8) viikkoa ennen tukemista, koska raiteen asema voi muuttua liikenteen kuormituksen, maan routimisen tai rakennustyön vaikutuksesta.

Huomaa: Nuotitusmittauksia ei saa suorittaa, kun maa on roudassa.

Nuotitusmittaus on tehtävä niin, että nuotituksen sisältövaatimukset ([6.5.5 Nuotin laatiminen](#)) on mahdollista täyttää.

Nuotitusmittauksissa tulee ottaa huomioon

- raiteen aseman muuttamista rajoittavat rakenteet, kuten laiturirakenteet, tasoristeykset, sillat, vaihteet ja vaihdealueet
- tunnelissa tunnelipoikkileikkauksen asettamat rajoitukset nostoille ja sivuttaissiirroille.
- Mittaa raiteen keskilinja johtokiskosta suoralla ja kaarteissa 10 metrin välein.
- Laske kiinteillä rakenteilla, kuten tukikerroksettomilla silloilla, kiintoraiderakenteilla ja vaailla, nuotituksen suunnittelun yhteydessä tukemiskonetta varten ns. teoreettiset jatkeet.
Teoreettiset jatkeet mahdollistavat sen, että suunnitellut nostoarvot toteutuvat kohteessa kuten ne on määritetty.
- Varmista raiteen todellinen kallistus mittaamalla.

Kallistuksen voi mitata esimerkiksi mittaamalla molempien kiskojen korkeusaseman ympyräkaaren päissä ja keskellä.

- Tee nuotitusmittaus vaihdealueella seuraavien ohjeiden mukaisesti.
 - Mittaa raiteen keskilinja johtokiskosta vaihteissa 5 metrin välein tai tiheämmin.
 - Mittaa toisiinsa liittyvät vaihteet (esim. vierekkäiset ja peräkkäiset vaihteet raiteenvaihtopaikalla) aina samalla kertaa (siirto- ja nostoarvoista riippuen voi olla tarpeen tukea kaikki toisiinsa liittyvät vaihteet).
 - Määritä tarkat tukemisalueen aloitus- ja lopetuskohdat, huomioiden aloitus- ja lopetusviisteet.
 - Varmista kallistetuissa kaarrevaihteissa sekä vaihteen että sen ulkopuolinen geometria ja kallistus ennen nuotitusmittauksia laadukkaan tukemisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Aiheeseen liittyvää

7.4.7.3 Tarkemittaukset

6.5.2.2 Suhteellinen nuotitusmittaus

Suhteellinen nuotitusmittaus suoritetaan seuraavien periaatteiden mukaisesti.

1. Jos käyttökelpoinen raidegeometria puuttuu, kartoita todellinen raidegeometria ja mahdolliset vaakageometrian muutoskohdat.
Rakenna kartoituksesta nuotitusta ohjaava taiteviiva tai geometria nosto- ja sivuttaissiirtojen määrittystä varten.
2. Jos käyttökelpoinen mittausperusta puuttuu, rakenna ja mittaa apukiintopisteitä raidegeometrian mukaisessa vertausjärjestelmässä.
Suorita apukiintopisteiltä nuotitusmittaukset nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen määrittämiseksi.

6.5.2.3 Mittaus tiheästi mittaavalla vaunulla

Vaihteiden sekä raiteen asennon pienipiirteisten virheiden korjauksessa hyvä lopputulos saavutetaan, kun vaihteiden sekä vaihdekujien (peräkkäisten vaihteiden) virheiden analysointi tehdään huolella. Tarkan geometrian kokonaiskuvan muodostamiseksi ja tukemiskoneen nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen määrittämiseksi hyvä mittaustulos saavutetaan tiheästi mittaavalla mittausvaunulla. Tiheästi mittaavan vaunun avulla saadaan mitattua johtokiskon aseman ohella myös toisen kiskon asema, raideleveys, raiteen kallistus sekä kierous. Huomioitava on kuitenkin, että vaihdekujissa ja vaihdealueilla suunniteltua geometriaa ei välttämättä ole tai sitä ei ole sidottu mittausperustaan. Tämä tuo oman haasteensa mittausryhmälle. Suunniteltu geometria on yleensä käytössä kuitenkin uusituilla tai vasta perusparannetuilla rataosilla sekä ratapihoilla.

Käytettäessä tiheästi mittavaa mittavaunua ei perinteiselle nuotitusmittaukselle ole tarvetta.

Erityisesti kunnossapitotasolla 1AA–1A pitkien vaihteiden raiteenvaihtopaikoilla on suositeltavaa käyttää tiheästi mittaavaa mittavaunua nuotitusmittausten suorittamiseen.

6.5.2.4 Aloitus- ja lopetuspisteen merkitseminen

Tukemisen aloitus- ja lopetuspiste tulee merkitä maastoon nuotituksen yhteydessä.

- Tee merkintä vahaliidulla pölkyn päälle, vahaliidulla kiskon jalkaan tai heijastavalla maalilla sepeliin.
- Käytä tarvittaessa lisäksi heijastavia mittakeppejä.
- Merkitse raiteen pituusmitat tukemiskoneen sijainnin määrittämiseksi erityisesti siirtymäkaaren ja ympyräkaaren alku- ja loppupisteissä.

6.5.3 Raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuudesta ilmoittaminen

Mittausorganisaation on raportoitava raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuudesta välittömästi urakoitsijalle sekä rataverkon haltijalle, jotka määrittävät toimenpiteet mittausperustan ja raidegeometrian korjaamiseksi.

Urakoitsija ja mittausorganisaatio laativat toimimattomuudesta [Poikkeamailmoituksen](#) ja lähettävät sen rataverkon haltijan alueisännöitsijälle sekä osoitteeseen ratarekisterit@vayla.fi. Poikkeamailmoitukseen liitetään nuotitusmittaus, jossa mittauksia verrataan suoraan suunniteltuun raiteen asemaan (ns. raaka-nuotti).

Hyvä tietää: Tyypillisesti tarkkuusmenetelmällä nuotitusmittauksen tuottava mittausorganisaatio havaitsee mittausperustan ja raidegeometrian toimimattomuuden maastomittausten yhteydessä. Toimimattomuudella tarkoitetaan raiteen todellisen aseman siirtymistä kunnossapitotoleranssien ulkopuolelle raiteen suunniteltuun asemaan verrattuna niin, että suunniteltu raidegeometria on risti-riitainen maastossa olevan todellisen raidegeometrian kanssa, eikä suunniteltu raidegeometriaan voida siten luottaa. Tällaisessa tilanteessa raiteen palauttaminen suunniteltuun asemaan on liikenteen turvallisuuden kannalta vaarallista. Kunnossapitotoleransseilla tarkoitetaan *RATO 13 Radan tarkastus* -ohjeen suurimpia sallittuja poikkeamia liikenteen käytössä olevalle raiteelle. Kunnossapitosopimuksissa voidaan kuitenkin tarkentaa ja tiukentaa raiteen aseman kunnossapitotoleransseja.

6.5.4 Raidegeometrian ja mittausperustan korjaaminen

Jos toimivaa raidegeometriaa ja mittausperustaa ei ole, urakoitsija määrittää yhteistyössä rataverkon haltijan 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.

6.5.5 Nuotin laatiminen

Maastomittausten perusteella laaditaan nuotti eli nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen listaus sekä raidegeometrian muutos- ja pakkopisteet. Tukemiskoneelle laadittavassa nuotissa esitetään vähintään seuraavat tiedot:

- mittaaaja ja organisaatio
- nuotin laatija (jos eri kuin mittaaaja)
- kartoitusmittauksen ja nuotin laatimisen ajankohta
- käytetty mittauskalusto
- vertaus- ja korkeusjärjestelmä
- käytetty raidegeometriasuunnitelma
- rataosa
- tuettavat raiteet ja tukemisalueet (km + m – km + m)
- tukemisjärjestys

Vaihdealueille tukemisjärjestyksen määrittää tukemistyöstä vastaava, mittaaajan tai nuotinlaskijan kanssa yhdessä.

- tukemissuunta
- kiskopaino
- johtokisko
- vaaka- ja pystygeometrian muutospisteet ja geometrian elementtien ominaisuustiedot
- geometrian pakkopisteet (teoreettiset jatkeet)
- nostot ja sivuttaissiirrot

Nostot ja sivuttaissiirrot suoritetaan suoralla ja kaarteissa 10 metrin välein, vaihteissa 5 metrin välein tai tarvittaessa tiheämmin, esimerkiksi laiturialueella.

Nosto- ja sivuttaissiirtojen laatimisen yhteydessä tulee ottaa huomioon mahdollinen ajolangan aseman säätämistarve. Tarvittaessa ota yhteyttä alueelliseen sähköratakunnossapitourakoitsijaan.

- laserlähettimen paikat paikalliset olosuhteet huomioiden.

6.6 Työsuunnitelman laatiminen

Työtä varten laaditaan työsuunnitelma yhteistyössä radan rakentamisen ja kunnostamisen asiantuntijoiden (mm. mittauksen ja rata-, hitsaus-, kone-, sähkörata- sekä turvalaiteasiantuntijoiden) kanssa. Tilaaajan pitää hyväksyä työsuunnitelma ennen työn aloittamista.

Työsuunnitelma mahdollistaa osaltaan työn laadun arvioinnin jälkeenpäin. Työsuunnitelmaan kuitataan jokaisen oheistyön suorittaminen. Työsuunnitelmaan voidaan yhdistää useampia työkohteita, kun ne tehdään samoilla koneresursseilla.

Työn suunnittelussa on varattava riittävät resurssit ja aikataulu myös tukemisen jälkitöille.

Työsuunnitelma arkistoidaan viideksi vuodeksi ja luovutetaan tilaajalle tukemistyön jälkeen.

6.7 Työsuunnitelman sisältö

Työsuunnitelmassa on esitettävä seuraavat tiedot:

- työstä vastaavat henkilöt yhteystietoineen, ml. tukemistyön vastuhenkilö
- tukemisen syy
- tukemistapa
- tukemisalue (rataosa, raiteet, vaihteet, aloitus- ja lopetuspisteet)
Tukemisalue voidaan merkitä myös radantarkastusvaunun käyrätulosteeseen.
- radan kunnossapitotaso tukemisalueella
- nopeustaso ja mahdolliset nopeusrajoitukset kiskon lämpötilanmuutokset huomioiden
- toteutusajankohta ja ratatyövaraukset
- tukemiskone ja muut koneresurssit sekä materiaalit (sepeli)
- neutralointitarve ja toimenpiteet
- tukemisjärjestys, jos tukemisalueeseen liittyy useita vaihteita
- tukemistyön aikana tarvittavat tarkemittaukset
- raidegeometrian muutosten aiheuttamat toimenpiteet radalla (mm. sähköradalla ajolangan mahdollinen säätäminen, geometriamerkintöjen muuttaminen)
Raidegeometrian muutokset voivat vaikuttaa mm. kiskon jännitystiloihin, aukean tilan ulottumaan ja ajolangan suhteelliseen sijaintiin.
- tukemistyön esityöt
- tukemistyötä avustavat työt
- tukemisen jälkityöt

Huomaa: Läpituenta edellyttää perusteellista työsuunnitelmaa. Kunnossapitotuennan osalta, joka voidaan joutua toteuttamaan kiireellisestikin, riittää suppeampi työsuunnitelma.

Työsuunnitelmaan liitetään:

- radantarkastusvaunun tulosteet alueelta (mitä virheitä korjataan)

- riskien arviointi
Riskien arviointi tehdään työturvallisuudesta sekä työhön liittyvistä riskeistä junankulun turvallisuuden näkökulmasta.
- melu- ja yötyölupa

7 Tukemistyön toteuttaminen

Tässä kohdassa kuvataan tukemistyön toteuttamisen vaatimukset ja ohjeet.

Työhön pitää olla ratatyölupa, jos Väyläviraston ohje *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)* sitä edellyttää.

7.1 Rajoitukset

Tässä kohdassa esitetään tukemistyön rajoitukset.

7.1.1 Raidegeometrian toleranssit

Raidegeometrian toleranssit uudelle ja liikenteen käytössä olevalle raiteelle määritellään Väyläviraston ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus*. Sopimuksissa voidaan tarkentaa toleranssivaatimuksia, mutta niitä ei saa lieventää ilman Väyläviraston kirjallista lupaa.

Laiturin reunan sijaintitoleranssit on esitetty Väyläviraston ohjeessa *RATO 16 Väylät ja laiturit*.

Tuettava vaihde tulee olla vaihteen kunnossapitotoleranssien mukaisessa kunnossa.

Aiheeseen liittyvää

[3 Milloin raide vaatii tukemista?](#)

[1.1 Raidegeometria](#)

[7.5.1 Raiteen ja vaihteen aseman seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#)

[6.2 Tukemisalueen määrittäminen](#)

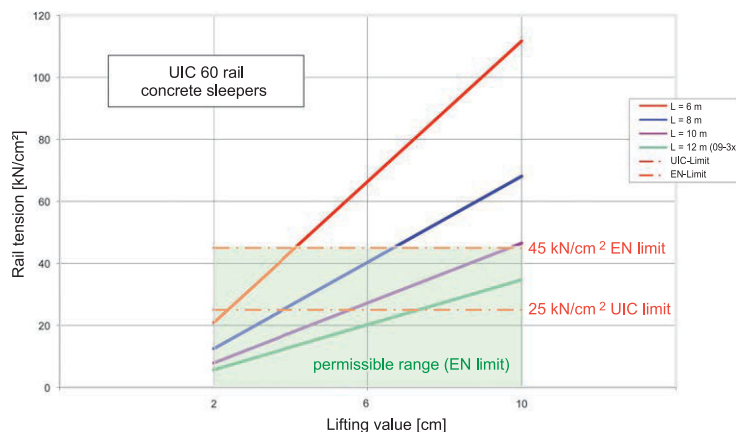
7.1.2 Minimi- ja maksiminostot

Hyvä tietää: Raiteen noston suuruus on olennainen tekijä tukemistyön pysyvyydessä. Jos nosto ei ole riittävä, tukemisella saavutetaan lähinnä tukikerroksen murskaantuminen. Liian suurella nostolla tiivistyminen jää vajaaksi ja lopputulos ei täten ole yhtä pysyvä. Nostoa rajoittaa lisäksi tukemiskoneen akselien välinen etäisyys tukemisaalueella kiskoon kohdistuvan vetojännityksen takia. Raidetta kallistettaessa on lisäksi huomioitava kaartein sisäkiskon puolella pölkynpään siirtyminen alaspäin.

Minimi- ja maksiminostot määritetään johtokiskon suhteen.

Perusnoston tulee olla vähintään 20 mm, jotta tukikerrosmateriaalilla on riittävästi tyhjätillaa pölkyn alapuolella uudelleen järjestäytymiseen. Nostot tulee aina määrittää ylempänä olevan kiskon suhteen, jotta 20 mm miniminosto toteutuu molemmilla kiskoilla.

Maksiminosto on 60 mm. Päällysrakennetöiden jälkeisessä tuennassa noston suuruus voi rataverkon haltijan luvalla olla 61–120 mm. Noston maksimisuuruuteen vaikuttavat kiskopaino ja tukemiskoneen akseliväli.



Kuva 9. Akselivälin vaikutus noston maksimisuuruuteen (Lichtberger 2011: Track Compendium. Hamburg: Eurailpress)

Pistemäisissä kohteissa, joissa raiteen korkeusasema on suunnitelman mukainen tai suunnitellun yläpuolella mutta sivusuuntaiseen asemaan ei tarvitse tehdä muutoksia, voidaan tarvittaessa käyttää 3–20 mm nostoa.

Minimi- ja maksiminostot jatkuvakiskoraiteilla

Tukemistyössä tulee huomioida ohjeen *RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet* rajoitukset nostoille ja sivuttaissiirroille eri tilanteissa. Lähtökohtana on, että kiskopituus säilyy mahdollisuuksien mukaan loppuhitsauspöytäkirjan mukaisessa pituudessa. Lisäksi on huomioitava neutraalilämpötilaa mahdollisesti muuttaneiden toimenpiteiden, kuten aikaisemman tukemistyön, vaikutus. Jos kohteessa

tehdään asetetut rajat ylittäviä nostoja tai sivuttaissiirtoja, on tukemistyön jälkeen tehtävä raiteen neutralointi ohjeen *RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet* mukaisesti.

7.1.3 Tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat

Huomaa: Tukemistyötä ei saa suorittaa, jos tukikerros on jäässä. Jää estää yksittäisten sepelirakeiden pakkaantumisen pölkyn alle, ja tukemisen lopputuloksesta tulee epätasainen. Jatkuvakiskoraiteella raide saattaa siirtyä kohti kaaren keskipistettä, jos raidetta nostetaan tukikerroksen ollessa jäässä.

Sallitut kiskon lämpötilat tukemistyön aloittamiseksi on esitetty taulukossa [7.1.3 Tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat](#).

Taulukko 3. Sallitut kiskon lämpötilat tukemistyön aloittamiseksi

Kiskon pituus	Neutraalilämpötila tiedossa	Tukemistyötä aloitettaessa sallittu kiskonlämpötila
Jatkuvakiskoraide	Kyllä	TN -17 °C ... TN +15 °C ^{1) 2)}
Jatkuvakiskoraide	Ei	+5 °C ... +27 °C ²⁾
Lyhyt- tai pitkäkiskoraide	-	-5 °C ... +35 °C ²⁾

- 1) Esimerkiksi jos $T_N = 12\text{ °C}$, on tukemiseen soveltuva kiskon lämpötila $-5\text{ °C} \dots +27\text{ °C}$.
- 2) Betonipölkkyisillä raiteilla korkein sallittu kiskon lämpötila on $+38\text{ °C}$ suorilla osuuksilla ja vähintään 1 000 metrin säteisissä kaarteissa.

Työskentelylämpötila-alueesta voidaan poiketa hellekäyrän tai suistumisen aiheuttaman korjaustyön vuoksi.

7.2 Tukemistyön esityöt

Ennen tukemistyötä tulee suorittaa seuraavat esityöt.

Huomaa: Esityöt pitää saada toteutettua ennen tukemista koko tukemisalueella (mm. tasoristeysten kansirakenteen purkaminen, mittaukset).

- Rajoita liikennettä työn ajaksi tarvittaessa ([7.2.1 Liikenteen rajoittaminen työn ajaksi](#)).
- Jos raiteen nostot ovat suuria tai tukikerros on vajaa jo lähtötilanteessa, suorita täydennyssepelöinti ennen tukemistyötä ([7.2.2 Tukikerroksen täydennyssepelöinti](#)).

Hyvä tietää: Jos raiteen suurin sallittu nopeus on maksimissaan 140 km/h, täydennyssepelöintiä voidaan tehdä yhtenäistetyksi useammalla tukemisalueella etukäteen esimerkiksi tulevia kunnossapitotuentoja varten. Jos raiteen suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h ja täydennyssepelöintiä ei tehdä samassa työraossa tukemisen ja tukikerroksen viimeistelyn kanssa, sepeliä voidaan lisätä linjaosuuksilla etukäteen tukikerroksen reunoille, josta se on siirrettävissä sepeliauralla vajaisiin kohtiin tukemisen yhteydessä (riippuen nostojen suuruudesta ennen tai jälkeen).

- Tarkasta ja kunnosta radan päällysrakenne ([7.2.3 Radan päällysrakenteen tarkastaminen ja kunnostaminen](#)).
- Selvitä ja pura tukemistyön esteet ([7.2.4 Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen](#)).
- Varmista, että kiskon lämpötila on sallituissa rajoissa tukemistyön aloittamiseksi ([7.2.5 Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä](#)).

7.2.1 Liikenteen rajoittaminen työn ajaksi

Liikennettä on rajoitettava työn ajaksi seuraavasti:

- Jos kiskonlämpötilaennusteessa ([Ilmanet](#)) on odotettavissa, että kiskolämpötila nousee yli +37 °C:seen ennen kuin osuus on stabiloitunut, aseta puupölkkyraiteelle 50 km/h nopeusrajoitus 100 000 brt:n ajaksi.
- Jos työ voi vaikuttaa viereisen raiteen liikennöintiturvallisuuteen, aseta viereiselle raiteelle nopeusrajoitus.
- Jos työalueella on tasoristeys, jota ei pureta:
 - järjestä riittävä tieliikenteen ohjaus
 - kytke mahdolliset varoituslaitokset pois päältä, kun niiden vaikutusalueella työskennellään.

7.2.2 Tukikerroksen täydennyssepelöinti

Raidesepelin on täytettävä Väyläviraston ohjeen *Raidesepelin laatuvaatimukset* mukaiset laatuvaatimukset.

Käytettävän sepelin rakeisuusluokka määräytyy Väyläviraston ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaan.

Huomaa: Jos työtä tehdään tunnelissa, kastele sepeli pölyn sitomiseksi ja seuraa häikäpitoisuutta häkämittarin avulla.

1. Arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys.
Tukemistyössä arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys nuotitusmittauksesta saatavien nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen perusteella.
2. Jos sepeliä ei ole riittävästi
 - a. Aseta tarvittaessa tilapäinen nopeusrajoitus siihen asti, kunnes täydennyssepelöinti on tehty.
 - b. Lisää tarvittava määrä sepeliä.
 - c. Varmista, että tukikerroksen mitat ovat ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaiset.
 - d. Tarkista, että pölkkyjen alueella sepelitukikerros on pölkyn yläpinnan tasolla.
Kunnossapitotasoilla 1AA–1A sepelin tavoitetaso on n. 30–50 mm pölkyn yläpinnan alapuolella.
3. Jos raiteen suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, tarkista, että pölkkyalueelle ei jää irtokiviä.

7.2.3 Radan päällysrakenteen tarkastaminen ja kunnostaminen

Hyvä tietää: Radan päällysrakenteen kunnon tiedot (tukikerroksen määrä, kiskon kunto, pölkkyväli ja pölkkyjen suoruus) ovat saatavissa ratainfra-tietojen hallintajärjestelmästä ja radantarkastustulosten jakelujärjestelmästä.

Ennen tukemistyön aloitusta radan päällysrakenne on tarkastettava ja tarvittaessa kunnostettava seuraavasti:

- Selvitä vaihteiden kunto ja sovi tarvittaessa alueen vaihdemestarin kanssa riittävistä toimenpiteistä ennen tukemista ([7.3.6.5 Vaihdealueen tukeminen](#)).
- Jos vaihteessa on käytetty säätölevyjä, varmista, että säätölevyjen määrä on tarkoituksenmukainen. Säätölevyjä käytetään esimerkiksi risteysalueella kaarevien pölkkyjen vuoksi. Säätölevyjen osalta noudatetaan ohjetta *Tilapäisratkaisut vaihteessa – Työohje*.
- Tarkasta vaihteiden teräsosien kunto ja suorita tarvittavat hitsaustekniset toimenpiteet ja osien vaihdot.
- Tarkasta pölkkyjen kunto ja vaihda rikkoutuneet pölkkyt.
- Tarkasta, ettei takajatkosalueella vastakkain olevien pölkkyjen päiden välinen alue täyty sepelistä ennen siirtoja.

- Tarkasta kiskonkiinnitysten kunto ja tarvittaessa kiristä kiinnitykset.
Kiskonkiinnitysten tulee olla riittävän hyvässä kunnossa, jotta tuettaessa myös pölkky nousee kiskosta nostettaessa.
- Tarkasta kiskonjatkoksien kunto ja kiristä löystyneet mutterit.
- Tarkasta eristysjatkosten kunto ja uusi rikkoutuneet eristysjatkokset.
- Tarkasta kiskon kulkupinnan kunto.
Kiskon kulkupinnan tulee olla riittävän hyvässä kunnossa. Merkittävästi kulunut kisko voi johtaa mittauslaitteistoissa virheellisiin tulkintoihin ja pahimmassa tapauksessa mittauslaitteiston suistumiseen ja vaurioitumiseen.
- Tarkasta pölkkyväli ja pölkkyjen kohtisuoruus raiteessa.
Jatkuvakiskoraiteilla pölkkyvälin tulee olla vakio (yleensä noin 61 cm). Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteilla on huomioitava tiheämpi pölkkyväli kiskonjatkosalueella ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaisesti. Pölkkyvälin vaihtelu sekä vinot pölkkyt voivat hidastaa tukemistyötä merkittävästi, aiheuttaa epätasaisen tukemisen laadun ja pahimmillaan pölkkyjen rikkoutumisen. Linjatukemiskoneilla, jotka tukevat useampia pölkkyjä kerrallaan ja joissa tukemishakkuja ei voida kääntää tai tukemisyksikköjä erottaa toisistaan, tukemistyö voi myös estyä.

7.2.4 Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen

Ennen tukemistyötä on selvitettävä ja purettava työn ajaksi kaikki tukemistyön estävät rakenteet tukemisaueella:

- tasoristeysten kansirakenteet ja hälytyksen katkaisusilmukat
- akselinaskijoihin liittyvät laitteet raiteessa (ei saa tukea 10 m lähemmäksi, jos laitteita ei ole irrotettu)
- kuumakäynti-ilmaisimiin liittyvät laitteet raiteessa
- pyörävoimailmaisimiin liittyvät laitteet raiteessa
- eristysjatkokselle mahdollisesti tehty levynosto (painuman väliaikainen korjaus) ja jatkosten yhdyskaapelin suojaputki tai -levy
- erotusjaksojen magneetit
- eristysjatkosten metallijauheenkeruumagneetit
- baliisit (harjauksen ajaksi tarvittaessa)
- teräksisten älypölkkyjen kaapeloinnit.

Sähköradan esteiden selvittäminen ja purkaminen

- Tarkista tarvittaessa tukikerroksen läpi menevien kaapeleiden sijainti kaapelinäytöllä.
- Suojaa tai siirrä sähkörataa ja turvalaitteisiin liittyvät johdot, laitteet ja rakenteet.

Siltojen esteiden selvittäminen ja purkaminen

- Mikäli sillalla on suojakiskot, tarvittaessa pura suojakiskot tilapäisesti tarvittavilta osin.

Suojakiskojen tilapäinen purkamistarve tukemistyön ajaksi riippuu käytettävissä olevasta tukemiskoneen tyypistä. Vaihteentukemiskoneella pystytään tukemaan silta purkamatta suojakiskoja. Linjatukemiskoneella sillan tukeminen vaatii suojakiskojen tilapäisen purkamisen työn ajaksi.

Vaihtealueen esteiden selvittäminen ja purkaminen

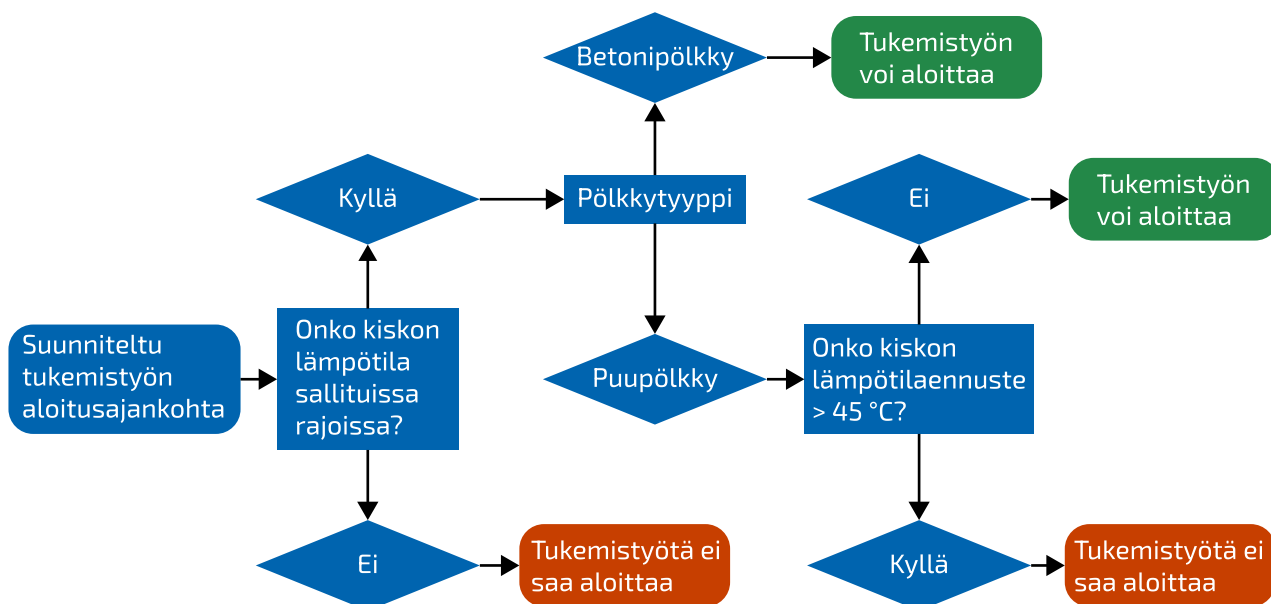
- Poista vaihteiden lämpöeristys-elementit, lumiharjat ja lumenohjaimet.

Aiheeseen liittyvää

7.3.6.4 Sillan tukeminen

7.2.5 Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä

Ennen työn aloitusta tulee varmistaa, että kiskon lämpötila on sallituissa rajoissa tukemistyön aloittamiseksi.



Kuva 10. Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä

- Varmista ennen työn aloitusta, että kiskon lämpötila on taulukon [3 Sallitut kiskon lämpötilat tukemistyön aloittamiseksi](#) mukainen.
- Puupölkkyraiteella varmistaa ennen työn aloitusta, että kiskon lämpötilaennuste (3 vrk) on korkeintaan +45 °C.

Tarkista kiskon lämpötilaennuste Ilmatieteen laitoksen [Ilmanet](#)-palvelusta.

Jos edellä kuvatut ehdot täyttyvät, tukemistyön voi aloittaa.

7.3 Tukemistyö

Huomaa: Päälysrakennepätevyyden omaavan henkilön tulee reagoida työn aikana muuttuneisiin olosuhteisiin. Päälysrakennepätevä henkilö tekee päätöksen töiden aloittamisesta ja niiden mahdollisesta keskeyttämisestä.

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

- Esityöt on suoritettu.
- Tarvittavat luvat ja pätevyudet ovat voimassa.
- Suunnitellut nopeusrajoitukset on asetettu.
- Tukemiskone ja muut koneresurssit ovat toimintakunnossa ja tarkastettu.
- Tukemisalueen nuotit on syötetty ja tallennettu tukemiskoneelle.
- Tukemiskoneessa on nähtävillä tukemisen mittalaitteiden kalibrointitodistus. Kalibrointiin vaadittavat testit on esitetty standardissa SFS-EN 13848-3.
- Tukemistyötä tekevät henkilöt on perehdytetty ja työsuunnitelma käyty läpi.
- Työryhmällä on tiedossaan
 - tukemistyön alku- ja loppupiste
 - tiedot tukemisalueen geometriasta ja korjattavan virheen luonteesta
 - oikea tukemisjärjestys ja johtokisko
 - tukemistyön lämpötilarajat ([7.1.3 Tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat](#))
- Tukemissyvyys on määritetty siten, että tukemishakun yläreuna asettuu 15–20 mm pölkyn tai pohjaimen alapinnan alapuolelle ([Liite A: Tukemissyvyudet päälysrakenteen eri komponenteilla](#)).

Tukemistyö sisältää seuraavat tehtävät.

- Varmista tukemissyvyys ([7.3.1 Tukemissyvyuden varmistaminen](#)).
- Seuraa puupölkkyraiteella kiskon lämpötilaennustetta tukemistyön aikana ja sen jälkeen ([7.3.2 Kiskon lämpötilaennusteen seuraaminen puupölkkyraiteella tukemistyön aikana ja sen jälkeen](#)).
- Tarkkaile kiskon lämpötilaa tukemistyön aikana ([7.3.3 Kiskon lämpötilan mittaaminen tukemistyössä](#)).
- Suorita tukeminen kohdan [7.3.6 Tukeminen](#) yleisohjeiden sekä alla listattujen kohdekohtaisten ohjeiden mukaisesti.
 - [7.3.6.2 Jatkuvakiskoraiteen tukeminen](#)
 - [7.3.6.3 Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteen tukeminen](#)
 - [7.3.6.4 Sillan tukeminen](#)
 - [7.3.6.5 Vaihdealueen tukeminen](#)

- [7.3.6.6 Linjan tukeminen](#)
- Varmista tukemiskoneen työnjäljen paikkansapitävyys mittauksilla ([7.3.4 Varmistavat mittaukset](#)).

7.3.1 Tukemissyvyyden varmistaminen

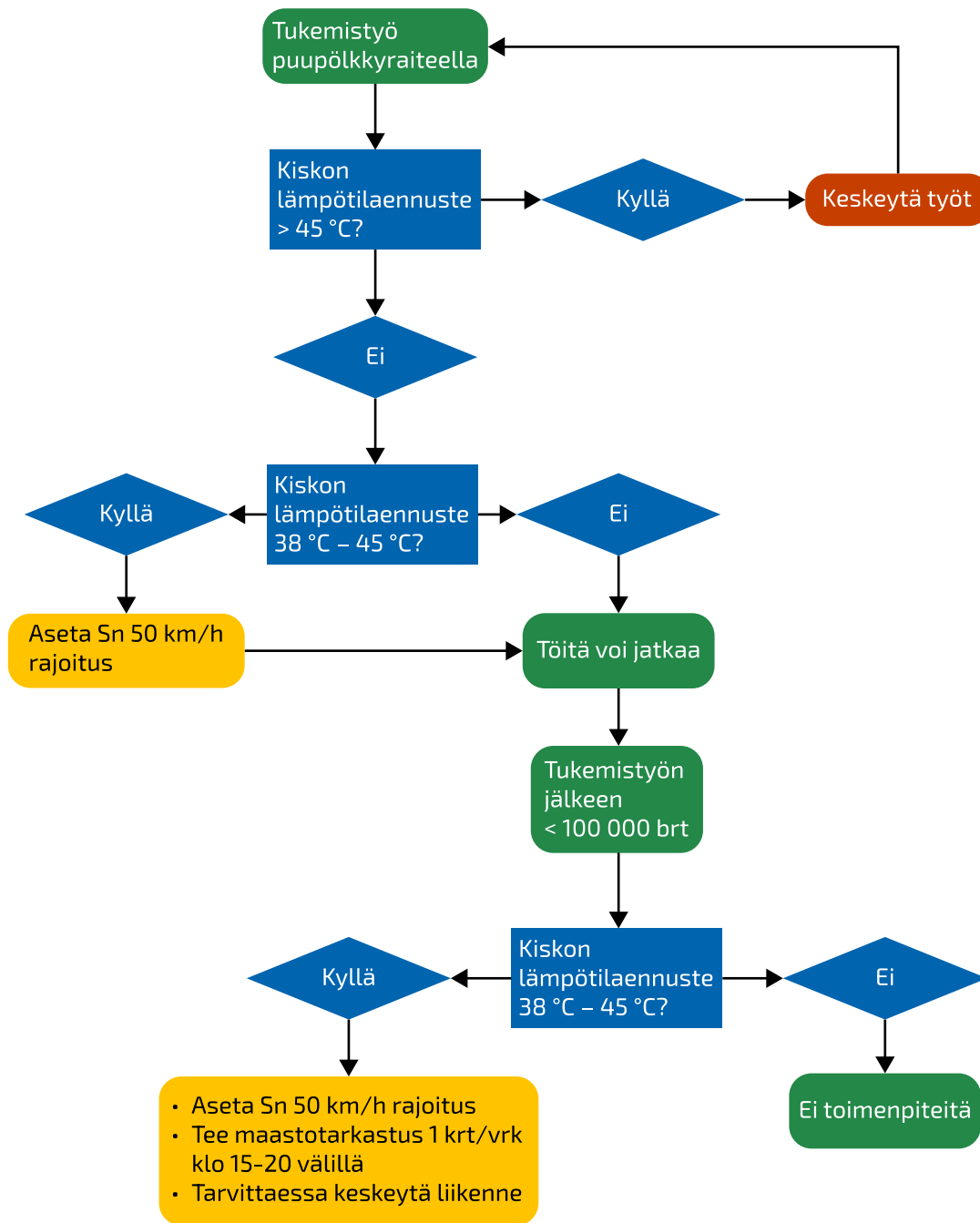
Tukemissyvyys ja epäjatkuvuuskohdat on varmistettava kohteessa seuraavasti:

- Varmista, että kohteen tukemissyvyys on liitteen [Liite A: Tukemissyvyydet päällysrakenteen eri komponenteilla](#) mukainen.
- Tarkista epäjatkuvuuskohdat kohteesta, nuotituslomakkeesta tai RATKOsta. Pohjaimelliset pölkyt tunnistaa pölkyn päällä olevasta merkinnästä "USP".
- Tarkista tukemissyvyys uudestaan aina epäjatkuvuuskohtien kohdalla (kiskopainon, pölkkytyypin tai pohjaimen muuttuessa).

Liitteessä [Liite A: Tukemissyvyydet päällysrakenteen eri komponenteilla](#) esitetään pyörävoimailmaisimien (VEKU, VERTikaaliKUorma) tukemissyvyydet.

7.3.2 Kiskon lämpötilaennusteen seuraaminen puupölkkyraiteella tukemistyön aikana ja sen jälkeen

Puupölkkyraiteella tulee seurata kiskon lämpötilaennustetta tukemistyön aikana ja sen jälkeen Ilmatieteen laitoksen [Ilmanet](#) -palvelusta ja toimia seuraavien periaatteiden mukaisesti.



Kuva 11. Kiskon lämpötilaennusteen seuraaminen puupölkkyraiteella ja toimenpiteet tukemistyön aikana ja sen jälkeen

- Seuraa kiskon lämpötilaennustetta tukemistyön aikana.
 - a. Jos kiskon lämpötilaennuste on työn aikana > 45 °C, keskeytä työt.
 - b. Jos kiskon lämpötilaennuste on tukemistyön aikana 38–45 °C, aseta Sn 50 km/h nopeusrajoitus.
- Seuraa puupölkkyraiteen tukemistyön jälkeen kiskon lämpötilaennustetta, kunnes 100 000 brt ylittyy. Jos kiskon lämpötilaennuste on 38–45 °C ennen kuin 100 000 brt ylittyy:
 - a. Aseta Sn 50 km/h nopeusrajoitus kyseisiksi päviksi.
 - b. Tee kyseisinä päivinä maastotarkastus klo 15–20 välillä.

- c. Jos maastotarkastuksessa havaitaan hellekäyrään viittaavia kriittisiä siirtymiä, keskeytä liikenne (*RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet*).

7.3.3 Kiskon lämpötilan mittaaminen tukemistyössä

Työn aikana on tarkkailtava kiskon lämpötilaa ja pidettävä siitä kirjaa seuraavasti:

1. Mittaa tukemistyön aikana kiskon lämpötila kiskosta ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaisesti vähintään 1 h välein.

Hyvä tietää: NykYTEKniikka mahdollistaa tukemiskoneissa kiskon lämpötilan jatkuvan mittauksen, joka tallentuu tallennusjärjestelmään.

2. Kirjaa lämpötilatieto tukemiskoneen työntäjän tallennusjärjestelmän tuottamaan dokumenttiin tai [Radan päällysrakenteen liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjaan](#).

7.3.4 Varmistavat mittaukset

Tukemiskoneen työntäjän paikkansapitävyys tulee varmistaa mittauksilla tukemistyön aikana. Mittausten tarve on riippuvainen käytettävän tukemiskoneen ominaisuuksista.

- Varmista kaarteissa kallistuksen toteutuminen kallistuksen todentavalla raidemitalla.
- Varmista matkamittauksen toiminta käsinmittauksella.

7.3.5 Mittausajo

Jos tukeminen tehdään suhteellisella menetelmällä, ennen tuentaa raiteen asento tulee mitata mittausajolla.

Huomaa: Kiireellisten virheiden korjaamisessa tuenta voidaan tehdä myös suoraan koneen mittakannalla ilman mittausajoa. Kunnossapitotasoilla 4, 5 ja 6 suhteellisessa tuennassa ei vaadita mittausajoa.

1. Suorita mittausajo.
2. Laadi mittausajon tuloksen perusteella tukemiskoneelle siirtoarvot.

Tuenta suoritetaan siirtoarvojen perusteella.

Aiheeseen liittyvää

6.4 Tukemismenetelmän valinta

7.3.6 Tukeminen

Tukemisessa on noudatettava seuraavia yleisohjeita.

- Säädä tukemispaine ja -aika tukikerroksen kunnon mukaisesti siten, että tiivistyminen pölkyn alapuolella on riittävä.
- Nosta molemmat kiskot samaan aikaan.
- Tue nostettu pölkky noston aikana molempien kiskojen vaikutusalueelta.
- Tee tarvittava määrä puristuksia, kunnes tukikerroksen tyhjätila on täyttynyt.
Yhden puristuksen kesto on 0,8–1,2 sekuntia. Älä purista tukikerrosta liikaa.
 - a. Jos tukemisyksikössä on kahdeksan hakkua pölkkyä kohden, tee lähtökohtaisesti aina vähintään kaksi puristusta.
 - b. Tee 30–60 mm:n nostoissa kaksi puristusta, jotta tukikerros tiivistyy riittävästi.
 - c. Tee 61–120 mm nostoissa lähtökohtaisesti kolme puristusta.
- Varmista kaarteissa kallistuksen toteutuminen kallistuksen todentavalla raidemitalla.
- Tarkkaile tukemislaatua silmämääräisesti.

Huomaa: Jos sivuttaissiirto- tai nostoarvot muuttuvat suunnitellusta ja aiheuttavat muutoksia jatkuvakiskoraiteen jännitystilaan sekä neutraalilämpötilaan, on tästä ilmoitettava välittömästi alueen vastaavalle hitsausmestarille *RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet* ja tukemistyöstä vastaavalle esimiehelle.

7.3.6.1 Pistemäisen geometriavirheen korjaaminen käsintuennalla

Käsintuenta tulee tehdä aina tandemtuennana eli yhtä aikaa kahdella käsitukemiskoneella molemmin puolin pölkkyä (vastakkain).

Huomaa: Siirtymäkaariaalueilla käsintukemisessa tulee olla erittäin huolellinen.

1. Nosta raide tunkilla/tunkeilla suoraan.
2. Täytä syntynyt tyhjä tila käsitukemiskoneilla.
3. Varmista lopputulos kiskon suoruuden osalta sekä lisäksi raidemitalla kallistuksen ja raideleveyden osalta.
Tyhjiömittareita apuna käyttäen saadaan näkyviin myös piilopainumat.

7.3.6.2 Jatkuvakiskoraiteen tukeminen

Tukikerroksen leveyden vaatimustenmukaisuudesta on erityisesti huolehdittava.

7.3.6.3 Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteen tukeminen

Kiskonjatkosten jatkosrakojen suuruuden ja kiskonjatkosten toiminnan vaatimustenmukaisuudesta on erityisesti huolehdittava hellekäyrien välttämiseksi.

7.3.6.4 Sillan tukeminen

Silloilla, joilla on suojakiskot, tukemistyö on tehtävä vaihteentukemiskoneella.

Aiheeseen liittyvää

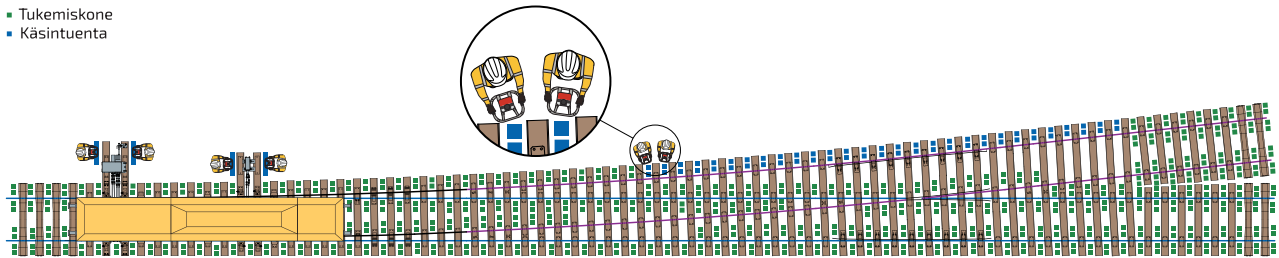
[7.2.4 Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen](#)

7.3.6.5 Vaihdealueen tukeminen

Huomaa: Kunnossapitotasolla 1AA–1 on tukemistyön yhteydessä lisäksi oltava mukana mittausryhmä, kun tuetaan vaihdealueita, joissa yksittäisen vaihteen tukeminen saattaa siirtää myös viereisten raiteiden vaihteita. Urakoitsijan vastuulla on arvioida, ovatko vierekkäiset vaihteet niin lähekkäin, että sivuttaissiirto- ja nostoarvot on määritettävä uudelleen vierekkäisten vaihteiden tukemisen välillä. Mittausryhmä mittaa työalueen vierekkäisten vaihteiden tukemisen välillä ja tarvittaessa määrittää uudet sivuttaissiirto- ja nostoarvot, jos vaihteiden asema on muuttunut alkuperäisestä, ennen tukemistyötä tapahtuneesta nuotitusmittauksesta.

Huomaa: Vaihteen risteysalue on yksi kriittisimmistä epäjatkuvuuskohdista tukemisen kannalta. Esim. 1:18 vaihteessa voi olla vierekkäisissä vaihteissa molemmille raiteille ulottuvia pitkiä vaihdepölkkyjä. Huolehdi ja varmistu tukikerroksen riittävästä tiivistymisestä vaihteen risteysalueella.

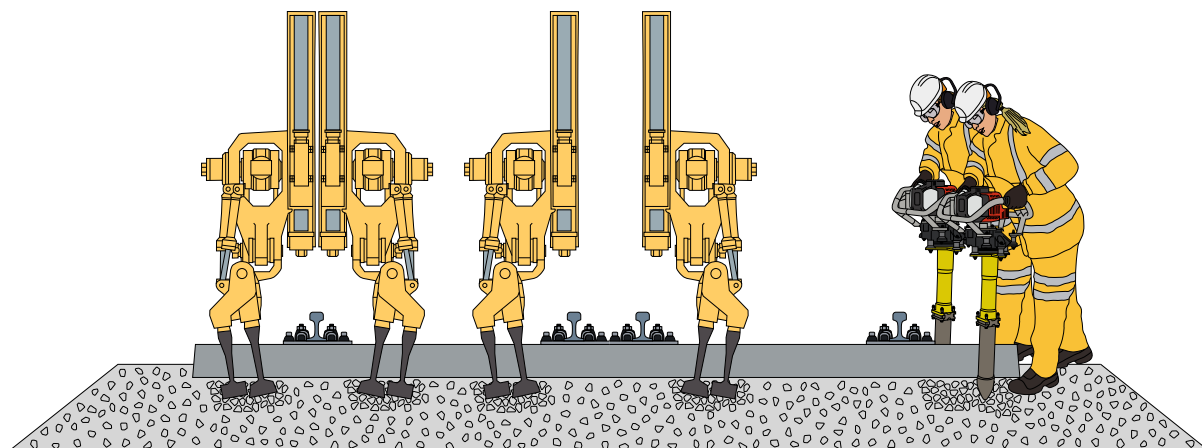
Vaihdealueen tukemisessa on noudatettava seuraavia ohjeita. Esimerkki vaihdealueen tuennasta on esitetty kuvassa [12 Vaihdealueen tuenta \(1:9 vaihde\)](#).



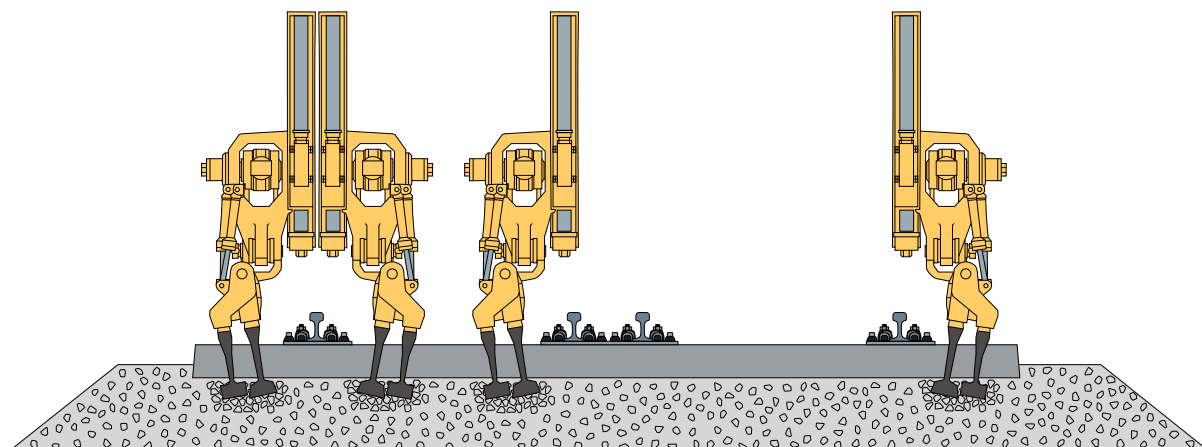
Kuva 12. Vaihealueen tuenta (1:9 vaihde)

- Tue vaihealue aina kerralla valmiiksi.
- Jos vaihteet ovat rinnakkain, nosta enemmän nostettava vaihde ensin.
- Nosta takajatkosalueella myös kolmatta kiskoä.
- Jos koneessa ei ole kolmannen kiskon nostolaitetta, käytä apunoston tekevää työryhmää.
- Tue asetinpölkkyt ja risteysalueelta poikkeavan raiteen puoli käsintuentana (kankikoneella) niiltä osin, joita ei ole mahdollista tukea tukemiskoneella.
- Varmista kallistetussa kaarrevaihteessa, ettei vaihealueelle jää raiteen kierousvirheitä kummallekaan raiteelle.
- Käytä sovitetuissa raideristeyksissä ja muissa vastaavissa kohteissa kahta tukemiskonetta (ns. rinnakkain tuenta).
- Nosta tarvittaessa vaihteen risteysalueen kolmas kisko käsintunkein ja tue kohta käsintuennalla.
- Varmista tarvittaessa vaihteen risteysalueen tiivistyminen käsintuennalla.
- Tue vaihteen risteysalueella pitkät vaihdepölkkyt seuraavasti:
 - Jätä lähtökohtaisesti pitkän vaihdepölkyn käyryydestä aiheutuva raiteen kallistus poikkeavalle reitille.
 - Tue pitkän vaihdepölkyn noston yhteydessä kaikki pölkyn tuettavat pisteet.
 - Käytä vastakiskon puolella apuna käsintuentaa (ensisijainen tapa) (kuva 13 Pitkän vaihdepölkyn tuenta käsintuennan avulla) tai levitä aggregaatit (kuva 14 Pitkän vaihdepölkyn tuenta levitetyillä aggregaateilla).

Kaikki tuettavat pisteet on tuettava, jotta pitkille vaihdepölkkyille ominaista "keinulautailmiötä" ei pääse syntymään. "Keinulautailmiö" syntyy kuormitettaessa joko suoraa tai poikkeavaa puolta, jolloin kuormitettu puoli painuu kiinni tukikerrokseen, kun taas kuormittamaton puoli jää irti tukikerroksesta. Pölkkyyn ei saa jäädä ns. roikkuvia kohtia. Pölkyn kuperuus voi pölkkyyn kohdistuvien kuormitusten johdosta muuttua, ja risteyskärki on tämän muuttumisen suhteen yksi kriittisimmistä alueista. Risteyskärjen kohdalla pystysuuntaiset kuormitukset ovat suurempia verrattuna vaihteen muihin alueisiin, jonka vuoksi vaihdepölkkyt joutuvat suuremman rasituksen alaiseksi. Suuremmat rasitukset voivat hiljalleen aiheuttaa vaihdepölkyn suoristumista ja pahimmillaan halkeamia pölkyn alapintaan. Tällöin voidaan päätyä tilanteeseen, jossa pölkky muuttuu kuperasta suoraksi tai jopa koveraksi eli risteyskärki on alempana verrattuna tukikiskoihin ja risteyskärjen kohdalle muodostuu korkeuspoikkeama. Näissä tilanteissa geometrian korjaamiseen tarvitaan muita ratkaisuja, joista yleisimmät ovat säätölevyjen käyttö ja/tai käsikäyttöisen kankikoneen käyttö. Säätölevyillä voidaan nostaa paikallisesti esimerkiksi risteyskärkeä, jolloin kuperilta pölkkyiltä koverille pölkkyille siirryttäessä kiskojoonoissa ei tapahdu merkittävää korkeuden muutosta ja raiteen geometria voidaan saada kuntoon ilman koko vaihdetta rasittavaa tuentaa.



Kuva 13. Pitkän vaihdepölkyn tuenta käsintuennan avulla



Kuva 14. Pitkän vaihdepölkyn tuenta levitetyillä aggregaateilla

7.3.6.6 Linjan tukeminen

Linjan tukemisessa on noudatettava seuraavia ohjeita:

- Varmista, että työn alku- ja loppuviisteen kaltevuus on 1:1 000 tai loivempi.
- Tiivistä pölkyn pään ulkopuolella oleva tukikerros sivutiivistimillä.

7.4 Tukemistyön jälkityöt

Tukemistyön jälkeen on tehtävä seuraavat jälkityöt, joiden avulla rata saatetaan liikennöitävään kuntoon.

Tukemistyön laadunvarmistus ja tilaajalle luovutettavat dokumentit perustuvat ensisijaisesti sopimuksessa esitettyihin ja tilaajan kanssa sovittuihin käytäntöihin.

- Varmista päällysrakenteen toimivuus (7.4.1 [Päällysrakenteen toimivuuden varmistaminen](#)).
 - Tarkista sähköradan toimivuus (7.4.2 [Sähköradan toimivuuden tarkistaminen tukemistyön jälkeen](#)).
 - Tarkista tarvittaessa kiskon neutraalilämpötila (7.4.3 [Kiskon neutraalilämpötilan tarkistaminen](#)).
 - Suorita täydennyssepelöinti tarvittaessa (7.2.2 [Tukikerroksen täydennyssepelöinti](#)).
- Täydennyssepelöinti voidaan tehdä jälkityönä kiireellisissä kunnossapitotuennoissa tai mikäli on todettu, että tuentatyön jälkeen tukikerroksen poikkileikkausmitat eivät toteudu.
- Viimeistele tukikerros (7.4.5 [Tukikerroksen viimeistely](#)) seuraavassa aikataulussa:
 - kunnossapitotasolla 1AA, 1A ja 1 sekä jatkuvakiskoraiteilla liikennepaikkojen ulkopuolella heti tukemistyön jälkeen
 - kunnossapitotasolla 2 viimeistään kahden vuorokauden kuluessa tukemistyöstä
 - kunnossapitotasolla 3 viikon kuluessa tukemistyöstä
 - kunnossapitotasolla 4–6 kahden viikon kuluessa tukemistyöstä.
 - Asenna puretut esteet takaisin paikoilleen (7.4.6 [Purettujen esteiden asentaminen takaisin paikoilleen](#)).
 - Tee tukemistyön laadunvarmistus ja liikenteelle luovutus (7.4.7 [Tukemistyön laadunvarmistus ja liikenteelle luovutus](#)).
 - Kokoa tukemistyön dokumentit ja toimita ne tilaajalle (7.4.8 [Tukemistyön dokumentointi](#)).

7.4.1 Päällysrakenteen toimivuuden varmistaminen

Heti tukemisen jälkeen on varmistettava päällysrakenteen toimivuus seuraavasti:

- Tarkasta ja korjaa vialliset päällysrakennekomponentit.

Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteilla

- Kiristä löystyneet kiskokiinnitykset.
- Puhdista kiskokiinnitysalue ylimääräisistä sepelirakeista.
- Mittaa jatkosraot.
- Tarkista sidekiskot murtumien varalta.

Vaihdealueella

Huomaa: Päällysrakennepätevyyden omaava henkilö suorittaa vaihteen tarkastuksen ja mittauksen Väyläviraston ohjeen *Ratatekniset ohjeet (RATO) 14 – Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito* ohjeistuksen mukaisesti ennen liikenteelle luovutusta.

Varmista vaihteen toimivuus seuraavasti.

- Poista ylimääräinen sepeli kielisovituksista, tankokuopasta, risteysalueelta, lumitilasta ja vastakiskoalueelta.
- liukualuset on puhdistettava hienoaineksesta, ja jos puhdistuksen seurauksena liukualusten voitelu heikkenee, tulee liukualuset voidella
- tarkastetaan vaihteen toiminta (mm. kääntämällä vaihdetta) ennen luovutusta liikenteelle (vaihte-, opastin- ja turvalaitetoimialan tarkastukset).
- Varmista, ettei vaihtealueelle jää eristysvikaa.

7.4.2 Sähköradan toimivuuden tarkistaminen tukemistyön jälkeen

Heti tukemistyön jälkeen on tarkistettava sähköradan toimivuus seuraavasti:

1. Suorita sähkörataan liittyvät työsuunnitelman mukaiset tehtävät.
2. Jos tukemisen sivuttaissiirto- ja nostoarvot ovat suunniteltua (nuotti) suurempia, tarkasta ajolangan asema mittaamalla.
3. Jos ajolangan toleranssit ylittyvät, säädä ajolanka raiteen aseman mukaiseksi Väyläviraston ohjeen *RATO 5 Sähköistetty rata* mukaisesti.

Jos muutoksia ei voida tehdä välittömästi, aseta tarvittava Liikenteen rajoite -ilmoitus.

7.4.3 Kiskon neutraalilämpötilan tarkistaminen

Kiskon neutraalilämpötila tulee tarkistaa neutraalilämpötilanmittauslaitteella, jos seuraavat ehdot täyttyvät:

- jos työn aikana joudutaan poikkeamaan suunnitellusta
- jos nostoarvot ylittävät 50–60 mm
- jos sivuttaissiirtoarvot ylittävät 35 mm
- jos raiteen neutraalilämpötilasta ei ole luotettavaa tietoa.

7.4.4 Tukikerroksen täydennyssepelöinti

Raidesepelin on täytettävä Väyläviraston ohjeen *Raidesepelin laatuvaatimukset* mukaiset laatuvaatimukset.

Käytettävän sepelin rakeisuusluokka määräytyy Väyläviraston ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaan.

Huomaa: Jos työtä tehdään tunnelissa, kastele sepeli pölyn sitomiseksi ja seuraa häikäpitoisuutta häkämittarin avulla.

1. Arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys.
Tukemistyössä arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys nuotitusmittauksesta saatavien nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen perusteella.
2. Jos sepeliä ei ole riittävästi
 - a. Aseta tarvittaessa tilapäinen nopeusrajoitus siihen asti, kunnes täydennyssepelointi on tehty.
 - b. Lisää tarvittava määrä sepeliä.
 - c. Varmista, että tukikerroksen mitat ovat ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaiset.
 - d. Tarkista, että pölkkyjen alueella seplitukikerros on pölkyn yläpinnan tasolla.
Kunnossapitotasoilla 1AA–1A sepelin tavoitetaso on n. 30–50 mm pölkyn yläpinnan alapuolella.
3. Jos raiteen suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, tarkista, että pölkkyalueelle ei jää irtokiviä.

7.4.5 Tukikerroksen viimeistely

1. Muotoile tukikerros harjaamalla.
Jatkuva- ja pitkäkiskoraiteilla muotoile tukikerroksen reunoille palteet. Oikein muotoiltu palle lisää päällysrakenteen sivuttaisvastusta.
2. Varmista, että tukikerroksen mitat ovat ohjeen *RATO 11 Päällysrakenneohjeet* mukaiset.

7.4.6 Purettujen esteiden asentaminen takaisin paikoilleen

Tukemistyön jälkeen on asennettava tukemistötä varten puretut laitteet ja rakenteet takaisin paikoilleen ja varmistettava niiden toiminta.

7.4.7 Tukemistyön laadunvarmistus ja liikenteelle luovutus

Huomaa: Tukemistyölle nimetty vastuuhenkilö hyväksyy tehdyn tukemistyön voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukaisesti (erityisesti *RATO 13 Radan tarkastus*, *RATO 14 Vaihteiden tarkastus* ja *kunnossapito* sekä *RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet*).

Tukemistyön vastuuhenkilön on suoritettava heti tukemistyön jälkeen tarvittavat mittaukset ja tarkastukset virheiden arvioimiseksi.

- Tarkasta tukemiskoneen työnjälki ([7.4.7.1 Tukemiskoneen työnjäljen tarkastaminen](#)).
- Suorita tukemiskoneella mittausajo vaihtealueella kunnossapitotasolla 1AA–3, kun vaihteet ovat niin lähekkäin, että sivuttaissiirrot ja nostot voivat vaikuttaa myös muihin vaihteisiin ([7.4.7.2 Tukemiskoneella tehtävä mittausajo](#)).
Jos vierekkäisistä vaihteista on ensin tuettu toinen ja tämän jälkeen viereinen, ei ensin tuetun vaihteen piirturitulosteeseen voida luottaa, koska vaihte on voinut siirtyä viereisen vaihteen tukemistyön seurauksena. Jos liikenneturvallisuus vaarantuu, liikennöinti on keskeytettävä.
- Varmista sivuttaissiirto- ja nostoarvojen toteutuminen tarkemittauksilla ([7.4.7.3 Tarkemittaukset](#)).
- Suorita radan liikennöitävyyden tarkastus ja liikenteelle luovutus ([7.4.7.4 Radan liikennöitävyyden tarkastaminen ja liikenteelle luovutus](#)).

7.4.7.1 Tukemiskoneen työnjäljen tarkastaminen

Tukemisen työnjäljen hyväksymistä varten tukemistyön vastuuhenkilö varmistaa raiteen asennon laadun työnjäljen tallennusjärjestelmästä ([5.1 Tukemiskoneen työnjäljen tallennusjärjestelmä](#)) ja myös silmämääräisesti.

Jos tukemistyön jälkeen raidegeometriaan on jäänyt merkittäviä virheitä, on tukemistyö uusittava tai rataosalle on asetettava riittävä Liikenteen rajoite -ilmoitus, joka takaa turvallisen liikennöinnin (*RATO 13 Radan tarkastus*).

7.4.7.2 Tukemiskoneella tehtävä mittausajo

Tukemiskoneella tehtävällä mittausajolla mitataan raiteen asento.

EN 13231-1 -standardin mukaan raiteen ja vaihteiden tukemiskoneet on varustettava mittausjärjestelmillä, jotka täyttävät EN 13848-3 -standardin vaatimukset raiteen geometrian mittaamiseksi.

Mittausjärjestelmät on integroitu koneisiin, ja ne dokumentoivat raiteen lopullisen asennon työprosessin aikana tai heti sen jälkeen. Tallennusjärjestelmän on oltava riippumaton koneen ohjauksen mittausjärjestelmästä. Mittausjärjestelmä tallentaa tuetun raiteen geometrian alueella, johon koneen työmenetelmä ei enää vaikuta, muuntaa mittausarvot sähköisiksi signaaleiksi ja lähettää ne tallennuslaitteisiin.

- Aloita ja lopeta mittausajo vähintään tukemiskoneen mitan verran ennen ja jälkeen työalueen, jotta aloitus- ja lopetusviisteisiin ei jää virheitä.

7.4.7.3 Tarkemittaukset

Jos tukeminen on tehty tarkkuusmenetelmällä, mittaustyöryhmä varmistaa nuotituksessa määritettyjen sivuttaissiirto- ja nostoarvojen toteutumisen tarkemittauksilla seuraavien ohjeiden mukaisesti.

- Kun on tehty läpituenta tai kohdennettu läpituenta uudella raiteella tai kunnossapitotasolla 1AA–3, tarkemittaa heti tukemisen jälkeen ennen liikenteelle luovuttamista
 - jokaiselta tuetulta rataosalta vähintään 10 %
 - jokaiselta tuetulta rataosalta 10 % vaihteista, kuitenkin vähintään yksi vaihde.

Tarkemittattava määrä voidaan jakaa useampaan tukemiskertaan niin, että vähintään 10 % läpituettavasta määrästä toteutuu. Tarkemittaa loput tuetusta osuudesta enintään 8 viikon sisällä.

Heti tukemisen jälkeen suoritetuilla tarkemittauksilla

- voidaan varmistua tukemiskoneen siirtojen toteutumisesta ilman tukemisen ja mittaamisen välisellä ajalla tapahtuvien muutosten vaikuttamista tuloksiin
 - voidaan todentaa tukemiskoneen kalibroinnin onnistuminen ja siirtojen toteutumisen kehittyminen työkaudella
 - voidaan analysoida raidegeometrian pysyvyyttä ja tukikerroksen laatua.
- Suorita tarkemittaus 10 m välein ja tarvittaessa kaarteissa sekä vaihdealueella 5 m välein. Tarkemittauksia on syytä tehdä myös paikoissa, joissa ATUn lähellä on esteitä, jotka tukemistyön seurauksena ovat saattaneet siirtyä ATUn sisälle kunnossapitotasosta riippumatta.
 - Pyri käyttämään tarkemittauksissa samoja mittaus-/kiintopisteitä kuin nuotitusmittauksessa. Kojeasemien tulee mahdollisuuksien mukaan olla likimäärin samalla sijainnilla kuin nuotitusmittauksissa. Näin vältetään mahdollisilta eriäviltä tuloksilta. Nuotitusmittausten aikana on hyvä tapa mitata kontrollipiste johonkin kiinteään kohtaan radalla, johon tarkemittauksissa saatua kojeaseman ratkaisua voidaan verrata, jotta voidaan varmistua siitä, että mittaukset eivät eroa kovin paljoa toisistaan.
 - Analysoi tarkemittausten tulokset seuraavasti:
 - Tarkemittautuloksia tulee verrata nuotituksen sivuttaissiirto- ja nostoarvoihin sekä raiteen suunniteltuun asemaan. Jos nuotitusarvot tai raiteen asema ei toteudu, tulee arvioida, onko poikkeamilla vaikutusta junaturvallisuuteen sallitulla nopeustasolla ja tarvittaessa asettaa nopeusrajoitus.
 - ATUn lähellä olevien esteiden tarkemittautuloksia tulee verrata raiteen ATUun. Jos vaaditut ATUn mitat eivät täyty, tulee toimenpiteistä sopia rataverkon haltijan kanssa.

Kunnossapitotasolla 1AA–1A pitkien vaihteiden raiteenvaihtopaikoilla on suositeltavaa käyttää tiheästi mittaavaa mittavaunua 1 m mittaustiheydellä. Käytettäessä tiheästi mittaavaa mittavaunua ei perinteiselle tarkemittaukselle ole tarvetta.

Aiheeseen liittyvää

6.5.2.1 Nuotitusmittaus

7.4.7.4 Radan liikennöitävyyden tarkastaminen ja liikenteelle luovutus

Ennen radan liikennöitävyyden tarkastusta ja liikenteelle luovutusta urakoitsija varmistaa, että kaikki työt on tehty työsuunnitelman mukaisesti.

Päällysrakennepätevä varmistaa, että erityisesti liikenteen turvallisuuteen liittyvät laitteet on asennettu takaisin paikoilleen ja niiden toimivuus on tarkastettu.

Radan liikennöitävyyden tarkastus ja liikenteelle luovutus suoritetaan Väyläviraston ohjeen [Radanpidon turvallisuusohjeet \(TURO\)](#) mukaisesti.

7.4.8 Tukemistyön dokumentointi

Tukemistyön jälkeen on tilaajalle luovutettava seuraavat tiedot:

- kiskon neutralointitarkastuspöytäkirjat (jos tarkastus on tehty)
- vaihteen tarkastuspöytäkirja (jos tarkastus on tehty)
- muut tarkastuspöytäkirjat (jos tarkastuksia on tehty)
- analyysi seuraavasta raiteentarkastusvaunun mittaustulosteesta tukemisalueella.

Kunnossapitotuennan jälkeen kootaan ja luovutetaan tilaajalle (dokumentoidaan RAIKU:un) lisäksi seuraavat dokumentit:

- nuotti
- työsuunnitelma, johon on lisätty toteutuneet suoritteet sekä poikkeavat asiat
- tukemiskoneen työnjäljen tallennusjärjestelmän tuottama dokumentaatio

Dokumentaation tulee sisältää sekä tukemistyön dokumentaatio että tukemiskoneella tehtyjen mittausajojen dokumentaatio. Dokumentaatioon tulee tallentaa PDF-tiedosto käyrästä ja csv-tiedosto, joka sisältää kaiken mittausdatan. Työnjäljen tallennusjärjestelmän tuottamaa dokumentaatiota on säilytettävä mahdollista myöhäisempää laadunvarmistusta varten vähintään viisi vuotta.

- tarkemittausten analyysi.

7.5 Raiteen ja vaihteen geometrisen kunnan seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen

Huomaa: Raiteen ja vaihteen elinkaaren alussa tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta niiden geometriseen kuntoon. Korjaamattomat geometriavirheet raiteen tai vaihteen elinkaaren alussa (stabiloitumisvaiheessa) voivat lyhentää merkittävästi raiteen tai vaihteen elinkaarta. Mikäli geometriavirheitä havaitaan, niihin tulee reagoida välittömästi. Virheet tulee tarkastaa ja analysoida, jotta juurisyyt saadaan selville virheiden korjausta varten.

Hyvä tietää: Stabiloitumisvaiheessa merkittävin tiivistyminen tapahtuu ensimmäisen 50 000 brt:n aikana. Seuraavana stabiloitumisen rajana pidetään 100 000 brt, jonka jälkeen stabiloituminen tyypillisesti hidastuu merkittävästi.

Kun raide tai vaihde on tuettu radan rakentamisen ja päällysrakennetöiden jälkeen, raiteen geometrisen kunnon kehittymistä tulee seurata säännöllisillä mittauksilla urakan vastaanottotarkastukseen saakka. Jos suunniteltua radan geometriaa ei saavuteta, raide tulee tukea uudelleen. Lisäksi tulee noudattaa urakan takuuaajan velvotteita.

Geometrisen kunnon seuranta sisältää seuraavat tehtävät:

- raiteen aseman seuranta ([7.5.1 Raiteen ja vaihteen aseman seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#))
- raiteen asennon seuranta ([7.5.2 Raiteen ja vaihteen asennon seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#)).

7.5.1 Raiteen ja vaihteen aseman seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen

Kun raide tai vaihde on radan rakentamisen tai muiden päällysrakennetöiden jälkeen tuettu, raiteen asemaa tulee seurata säännöllisesti.

1. Mittaa raiteen tai vaihteen todellinen asema siltä mittausperustalta, jonka mukaan raidegeometria on suunniteltu.
2. Vertaa raiteen tai vaihteen todellista asemaa sen suunniteltuun asemaan.
3. Mikäli asema poikkeaa raidegeometrian toleransseista ([7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)), tue raide uudelleen kohdan [7 Tukemistyön toteuttaminen](#) mukaisesti.

Raiteen tai vaihteen asema tulee olla vastaanottotarkastuksessa *RATO 13 Radan tarkastus* mukaisissa toleransseissa.

Aiheeseen liittyvää

[7.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)

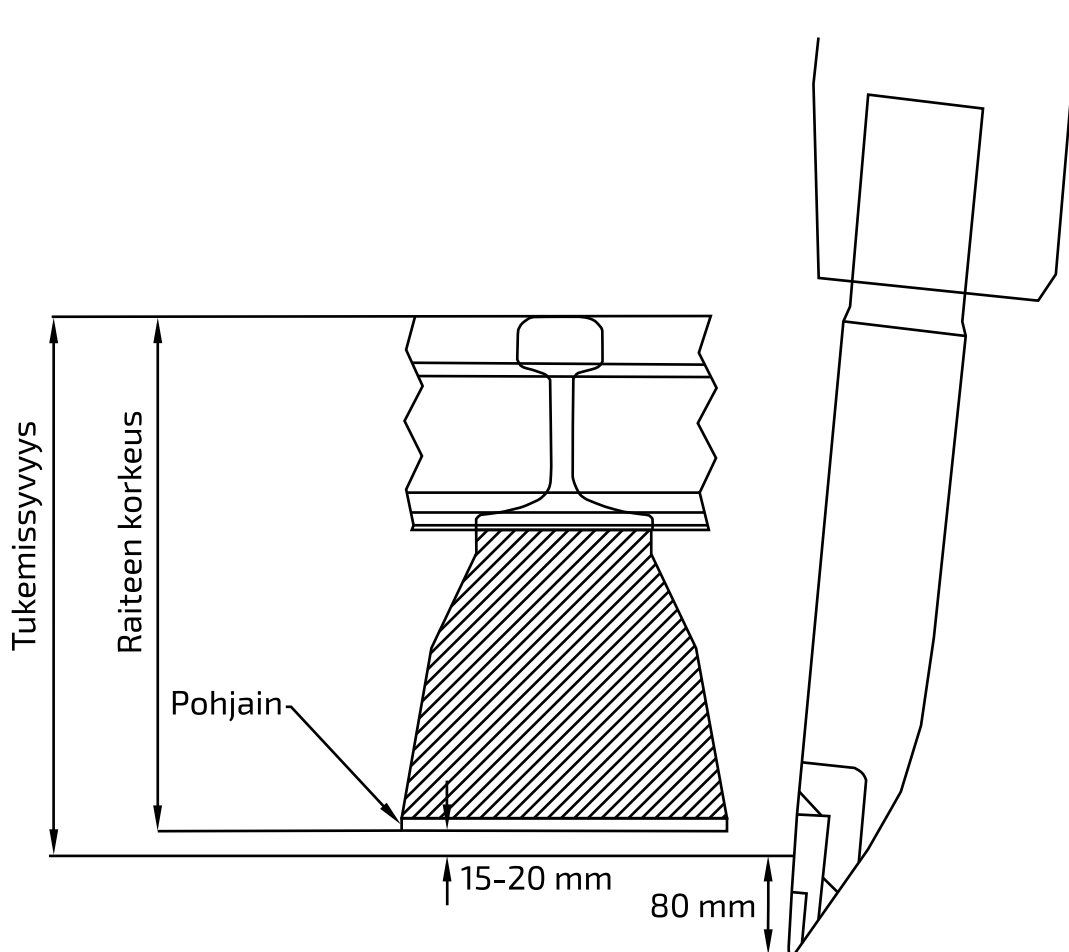
7.5.2 Raiteen ja vaihteen asennon seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen

Kun raide tai vaihde on radan rakentamisen tai muiden päällysrakennetöiden jälkeen tuettu, raiteen asentoa tulee seurata säännöllisesti. Raiteen ja vaihteen asentoa tarkastetaan ja mitataan radantarkastusvaunulla (MEERI). Radantarkastusvaunun lisäksi raiteen ja vaihteen asentoa on mahdollista mitata myös muilla raidetta kuormittavilla ja ei-kuormittavilla menetelmillä. Näillä menetelmillä pystytään raiteen ja vaihteen asennon geometrista kuntoa hallitsemaan urakan vastaanottoajoon asti.

1. Tarkasta raiteen tai vaihteen asento radantarkastusvaunun (MEERI) mittaustuloksista.
2. Mittaa raiteen tai vaihteen asento tarvittaessa tukemiskoneen mittausajolla ([7.4.7.2 Tukemiskoneella tehtävä mittausajo](#)) tai kevyemmällä ei-kuormittavilla, inertialaitteistolla varustetuilla mittaustrolleyillä.
3. Mikäli Väyläviraston ohjeen *RATO 13 Radan tarkastus* mukaiset radan tarkastuksessa käytettävät vastaanottorajat ylittyvät, tue raide tai vaihde uudelleen virheiden korjaamiseksi kohdan [7 Tukemistyön toteuttaminen](#) mukaisesti.

Liite A: Tukemissyvydet päällysrakenteen eri komponenteilla

Tukemissyvyys on riippuvainen päällysrakenteen komponenteista sekä hakun perusasemasta tukemiskoneessa.



Kuva 1. Tukemissyvyys suhteessa päällysrakenteen korkeuteen

Taulukko 4. Tukemissyvyydet linjatuennassa

Kisko- tyyppi	Pölkky- tyyppi	Tukiker- rosmate- riaali	Kiskon korkeus (mm)	Pölkyn korkeus (mm)	Aluslevy (mm)	Vällys (mm)	Tukemis- syvyys kiskon yläpin- nasta (mm)	Tukemis- syvyys, jos hakku on perus- tilassa 15 mm kis- konselän alapuo- lella (mm)
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, BP17	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
60 E1	B86, B88, BP89, B97, BP99 +pohjain	Sepeli	172	235	10	15	432	417

Taulukko 5. Tukemissyvyudet vaihteen tuennassa

Kisko- tyyppi	Pölkky- tyyppi	Tukiker- rosmate- riaali	Kiskon korkeus (mm)	Pölkyn korkeus (mm)	Alusle- vyn pak- suus (mm)	Välilevy- jen pak- suus (mm)	Tukemis- syvyys kiskon yläpin- nasta (mm)	Tukemis- syvyys (mm), jos hakku on perusti- lassa 15 mm kis- konselän alapuo- lella
K 30	Puu	Sepeli	120	160	20		315	300
K 43	Puu	Sepeli	140	160	22		337	322
54 E1	Mänty tai azobe	Sepeli	159	160	16 - 25	6	350	335
54 E1	Betoni BP92	Sepeli	159	220	16 - 25	6 + 4	414	399
60 E1	Azobe	Sepeli	172	160	15 - 20	6	358	343
60 E1	Betoni BP92	Sepeli	172	220	20	6 + 4	437	422
60 E1	Betoni BP92 + pohjain	Sepeli	172	230	20	6 + 4	447	432
60 E1 Elastinen, kääntö- laitteen kohdalla	Ontelo- pölkky	Sepeli	172	220	20	12 + 5	429	414
60 E1 Elastinen, väliskisko- alue	Betoni (BP14+po hjain)	Sepeli	172	260	ei ole	10	440	425
60 E1 Elastinen, jatkos- alue	Betoni (BP14 il- man ko- rotusta + pohjain)	Sepeli	172	230	20	5 + 10	435	420

Taulukko jatkuu...

Kisko- tyyppi	Pölkky- tyyppi	Tukiker- rosmate- riaali	Kiskon korkeus (mm)	Pölkyn korkeus (mm)	Alusle- vyn pak- suus (mm)	Välilevy- jen pak- suus (mm)	Tukemis- syvyys kiskon yläpin- nasta (mm)	Tukemis- syvyys (mm), jos hakku on perusti- lassa 15 mm kis- konselän alapuo- lella
54 E1	Sicut (KRV)	Sepeli	159	153			349	334

Taulukko 6. Yleiset tiedot koskien kaikkia VEKU-laitteita

VEKU-laite	Tiedot
Kiskotyyppi	60E1
Pölkkytyyppi	BP-92
Tukikerrosmateri- aali	Sepeli
Kiskon korkeus	172 mm
Pölkyn korkeus	220 mm

Taulukko 7. Pölkyn alapinnan etäisyys (mm) kiskon kulkupinnasta eri VEKU-laitteilla

VEKU-lai- te	Pöl kky 1	Pöl kky 2	Pöl kky 3	Pöl kky 4	Pöl kky 5	Pöl kky 6	Pöl kky 7	Pöl kky 8	Pöl kky 9	Pöl kky 10	Pöl kky 11	Pöl kky 12	Pöl kky 13	Pöl kky 14	Pöl kky 15	Pöl kky 16
Tupos	440	460	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	460	440
Kaitjärvi E	440	460	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	460	440
Kaitjärvi P	440	460	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	460	440
Loue	440	460	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	460	440
Hammas- lahti	440	460	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	495	460	440

Taulukko jatkuu...

[illegible]

Liite B: Tukikerroksentiivistäjän käyttörajoitukset

Kaivinkoneeseen liitettävällä tukikerroksentiivistäjällä tiivistetään tukikerrosta pölkkyjen alle. Tukikerroksentiivistäjää saa käyttää alla esitetyillä vaatimuksilla ja rajauksilla tietyissä käyttötapauksissa. Tukikerroksentiivistäjä ei sovellu laajamittaiseen raidegeometrian ylläpitoon, sillä laitteen avulla ei saada tallennettua ja mitattua lopputuloksen geometrista laatua kuormitettuna.

Yleiset vaatimukset ja rajoitukset

- Tukikerroksentiivistäjän käytöstä on aina tehtävä työsuunnitelma ja riskien arviointi, jossa esitetään toimenpiteet riskien minimoimiseksi. Riskien arviointi voidaan liittää osaksi kunnossapitosopimuksia ja urakasopimuksia.
- Tukikerroksentiivistäjää saa käyttää vain kunnossapitotasoilla 5–6. Kunnossapitotasoilla 3–4 tulee tukikerroksentiivistäjän käytölle hakea rataverkon haltijalta poikkeuslupa. Kunnossapitotasoilla 1AA–2 tukikerroksentiivistäjän käyttö ei ole sallittua.
- Tukikerroksentiivistäjässä tulee olla vähintään neljä tukemishakkua, jotka puristavat pölkyn alla olevaa kiviainesta yhtäaikaaisesti. Hakkujen tukemissyvyyden ja puristusajan tulee olla säädettävissä.
- Tukikerroksen muotoilu tehdään kaivinkoneen kauhalla. Tukikerroksen tiivistys on tehtävä erityisen huolellisesti kaivinkoneen hydraulisella tärylevyllä hellekäyrän riskin minimoimiseksi niin, että tukikerros on ohjeen *Ratatekniset ohjeet (RATO) 11 – Radan päällysrakenne* liitteiden 2/1 ja 2/2 normaalipoikkileikkauksen mukainen.

Yllä olevien vaatimusten ja rajoitusten täytyessä on tukikerroksentiivistäjää mahdollista käyttää seuraavissa käyttötapauksissa.

Pistemäisten geometriavirheiden korjaaminen

Yksittäisten korkeuspoikkeamavirheiden korjaaminen tukikerroksentiivistäjällä on sallittua virheen ollessa enintään kahden metrin matkalla.

Kiskonjatkoksen korjaaminen

Kiskonjatkoksien kiskon päiden taivuttamisen yhteydessä tehtävä jatkosalueen pölkkyjen tuenta on mahdollista tehdä tukikerroksentiivistäjää käyttäen.

Hajapölkyn vaihto

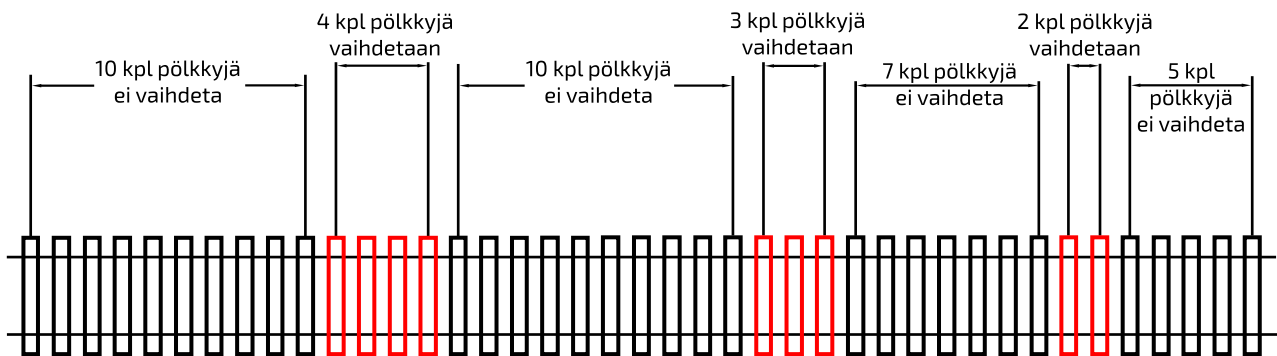
- Tukikerroksentiivistäjää voi käyttää vaihteessa enintään kolmen vaihdetun pölkyn tiivistämiseen. Pölkyt eivät saa olla peräkkäisiä.
- Kiskopituudelta on mahdollista vaihtaa enintään 35 % pölkkyistä tukikerroksentiivistäjää käyttäen.

- Perättäisiä pölkyjä saa vaihtaa tukikerroksentiivistäjällä enintään neljä kappaletta. Perättäisten pölkyjen vaihdon osalta on jätettävä pölkyjä vaihtamatta taulukon 8 Perättäisten pölkyjen vaihtamatta jättäminen mukaisesti.

Taulukko 8. Perättäisten pölkyjen vaihtamatta jättäminen

Perättäiset pölkyt (kpl)	Pölkyjä jätettävä vaihtamatta ennen seuraavaa pölkynvaihtokoh- taa (kpl)
2	5
3	7
4	10

Esimerkki tukikerroksentiivistäjän käytöstä perättäisten pölkyjen osalta on esitetty kuvassa 1 Tukikerroksentiivistäjän käyttö perättäisten pölkyjen hajavaihdossa 25 metrin kiskopituudella.



Kuva 1. Tukikerroksentiivistäjän käyttö perättäisten pölkyjen hajavaihdossa 25 metrin kiskopituudella

Liikenteelle luovutus hajapölkynvaihdossa

Tukikerroksentiivistäjän käytön jälkeen tulee raide tukea raiteentukemiskoneella. Tukemiskoneella tehtyyn tuentaan saakka raiteelle on asetettava nopeusrajoitus.

Raide on tuettava tukemiskoneella kahden viikon kuluessa tukikerroksentiivistäjän käytöstä. Siihen saakka nopeusrajoitus saa olla enintään 30 km/h.

Seuraavista edellytyksistä yhden tai useamman täyttyessä nopeusrajoitus voi olla tukemiseen saakka 70 km/h ja raiteen voi tukea neljän viikon kuluessa tukikerroksentiivistäjän käytöstä:

- hajapölkynvaihto tehdään palkkivaihtona kaivinkoneen rapikauhan sijaan
- hajapölkynvaihdossa vaihdetaan suoralle raiteelle vain joka viides pölky tai sitä harvempi
- hajapölkynvaihdossa vaihdetaan ulkomitoiltaan puupölkyn kaltainen, mutta massaltaan selvästi puupölkkyä painavampi betonipölky (esim. BP17)
- raiteen geometrinen kunto voidaan todentaa raidetta kuormittavalla (akselipaino vähintään 25 kN) mittalaitteella.

Jos jokin edellä mainituista ehdoista täyttyy ja raiteen asento todennetaan vaatimusten mukaiseksi raidetta kuormittavalla mittalaitteella kolmen viikon liikennekuormituksen jälkeen, tukemiskoneen käyttö ei ole välttämätöntä ja nopeusrajoitus voidaan todentamisen jälkeen poistaa.



Väylävirasto
Trafikledsverket

