



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
19/2024

RATATEKNISET OHJEET (RA- TO) 23

Raitteen ja vaihteen koneellisen
tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen





Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

29.5.2024

VÄYLÄ/3893/05.00/2022

Vastaanottaja	Korvaa
-	RATO 23 Raiteen ja vaihteen koneellisen tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen (Väyläviraston ohjeita 30/2023)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.6.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
rautatiet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjryhmät
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 yhteys henkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

Kannen kuva: Henri Seppälä

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 kunnan 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 – Raiheen 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

Taulukko jatkuu...

Pvm	Versio	Muutokset
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 kunnon seurannasta päällysrakennetyön jälkeisen tuennan jälkeen• Lisätty käsintuennan ohjeistus• Ohjeistettu kunnossapitotuenassa virheenkorjauksessa käytettävä ylinosto• Laajennettu vaihdealueen tukemisen ohjeistusta

Sisällys

1	JOHDANTO.....	9
1.1	RAIDEGEOMETRIA.....	9
1.2	TUKEMISPERIAATE.....	10
2	MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET.....	11
3	MILLOIN RAIDE VAATII TUKEMISTA?.....	13
3.1	PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEINEN TUENTA.....	14
3.2	KUNNOSSAPITOTUENTA.....	14
3.2.1	RADAN TARKASTUKSET.....	15
3.2.2	RADAN GEOMETRIAVIRHEIDEN ANALYSOINTI JA LUOKITTELU.....	15
3.2.3	KUNNOSSAPITOTUENTA VIRHEIDEN POISTAMISEKSI.....	17
3.2.4	ENNALTAEHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITOTUENTA.....	17
4	TUKEMISTYÖN YLEISET VAATIMUKSET.....	17
4.1	TUKEMISKONEEN TYÖNJÄLJEN TALLENNUSJÄRJESTELMÄ.....	17
4.2	TUKEMISTYÖN TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA.....	18
4.3	TYÖN LUVAT JA ILMOITUKSET.....	19
4.3.1	MELU- JA YÖTYÖLUPA.....	19
4.3.2	TASORISTEYSKANNEN PURKULUPA.....	19
4.3.3	TYÖN ESTEIDEN PURKAMISESTA ILMOITTAMINEN.....	19
4.3.4	LIIKENNETTÄ HAITTAAVASTA TYÖSTÄ ILMOITTAMINEN.....	19
4.4	TUKEMISTYÖN PÄTEVYYSVAATIMUKSET.....	19
5	TUKEMISTYÖN SUUNNITTELU.....	19
5.1	TUKEMISTYÖN AJOITTAMINEN.....	20
5.2	TUKEMISALUEEN MÄÄRITTÄMINEN.....	21
5.3	EPÄJATKUVUUSKOHTIEN JA PAKKOPISTEIDEN SELVITTÄMINEN.....	24
5.4	TUKEMISMENETELMÄN VALINTA.....	24
5.5	NUOTITUS.....	25
5.5.1	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN SELVITTÄMINEN.....	26
5.5.2	MAASTOMITTAUKSET.....	26
5.5.3	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN TOIMIMATTOMUUDESTA ILMOITTAMINEN.....	29
5.5.4	RAIDEGEOMETRIAN JA MITTAUSPERUSTAN KORJAAMINEN.....	29
5.5.5	NUOTIN LAATIMINEN.....	29
5.6	TYÖSUUNNITELMAN LAATIMINEN.....	30
5.7	TYÖSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....	30
6	TUKEMISTYÖN TOTEUTTAMINEN.....	31

6.1	RAJOITUKSET.....	31
6.1.1	RAIDEGEOMETRIAN TOLERANSSIT.....	32
6.1.2	MINIMI- JA MAKSIMINOSTOT.....	32
6.1.3	TUKEMISTYÖSSÄ SALLITUT KISKON LÄMPÖTILAT.....	33
6.2	TUKEMISMENETELMÄT.....	34
6.2.1	TUENTA TARKKUUSMENETELMÄLLÄ.....	34
6.2.2	LASEROHJATTU TUKEMISTYÖ.....	35
6.2.3	PISTEMÄISEN GEOMETRIAVIRHEEN KORJAAMINEN KÄSINTUENNALLA.....	35
6.3	TUKEMISTYÖN ESITYÖT.....	35
6.3.1	LIIKENTEEN RAJOITTAMINEN TYÖN AJAKSI.....	36
6.3.2	TUKIKERROKSEN SEPELÖINTI.....	36
6.3.3	RADAN PÄÄLLYSRAKENTEEN TARKASTAMINEN JA KUNNOSTAMINEN.....	37
6.3.4	TUKEMISTYÖN ESTEIDEN SELVITTÄMINEN JA PURKAMINEN.....	38
6.3.5	KISKON LÄMPÖTILAN VARMISTAMINEN ENNEN TUKEMISTYÖTÄ.....	38
6.4	TUKEMISTYÖ.....	39
6.4.1	TUKEMISSYVYYDEN VARMISTAMINEN.....	40
6.4.2	KISKON LÄMPÖTILAENNUSTEEN SEURAAMINEN PUUPÖLKKYRAITEELLA TUKEMISTYÖN AIKANA JA SEN JÄLKEEN.....	41
6.4.3	KISKON LÄMPÖTILAN MITTAAMINEN TUKEMISTYÖSSÄ.....	42
6.4.4	VARMISTAVAT MITTAUKSET.....	42
6.4.5	TUKEMINEN.....	42
6.5	TUKEMISTYÖN JÄLKITYÖT.....	45
6.5.1	PÄÄLLYSRAKENTEEN TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN.....	46
6.5.2	SÄHKÖRADAN TOIMIVUUDEN TARKISTAMINEN TUKEMISTYÖN JÄLKEEN.....	47
6.5.3	KISKON NEUTRAALILÄMPÖTILAN TARKISTAMINEN.....	47
6.5.4	TUKIKERROKSEN SEPELÖINTI.....	47
6.5.5	TUKIKERROKSEN VIIMEISTELY.....	48
6.5.6	PURETTUJEN ESTEIDEN ASENTAMINEN TAKAISIN PAIKOILLEEN.....	48
6.5.7	TUKEMISTYÖN LAADUNVARMISTUS JA LIIKENTEELLE LUOVUTUS.....	48
6.5.8	TUKEMISTYÖN DOKUMENTOINTI.....	50
6.6	RAITEEN JA VAIHTEEN GEOMETRISEN KUNNON SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	50
6.6.1	RAITEEN JA VAIHTEEN ASEMAN SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	51
6.6.2	RAITEEN JA VAIHTEEN ASENNON SEURANTA PÄÄLLYSRAKENNETÖIDEN JÄLKEISEN TUKEMISEN JÄLKEEN.....	51

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 raidesepeä.

Tämä ohje käsittelee tukemistyötä ja siihen liittyviä työvaiheita tukemispäätöksen tekemisestä työn suunnitteluun, toteuttamiseen ja laadunvalvontaan. Tukemistyöhön 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.

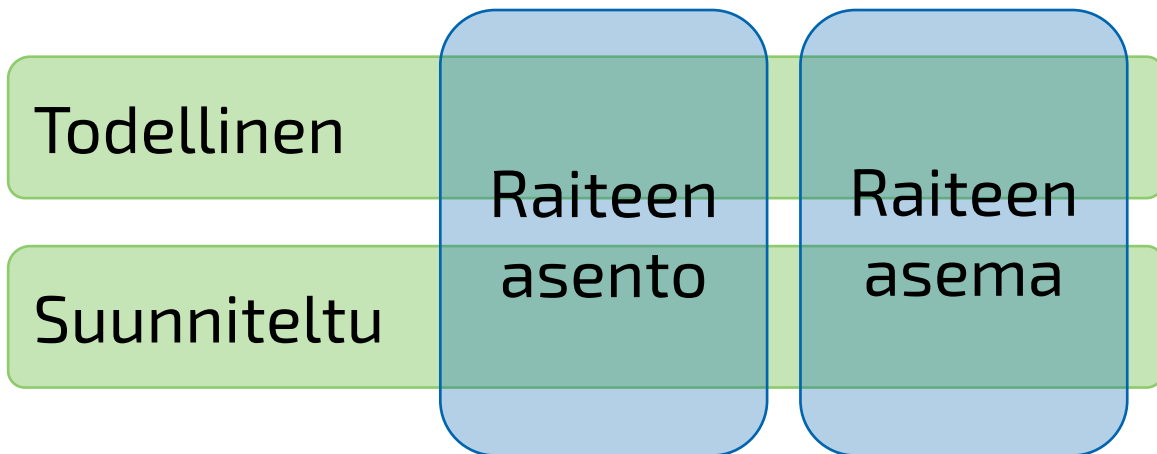
Tästä ohjeesta poikkeaminen vaatii Väyläviraston Rautatieteellisen yksikön luvan.

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 käyttöönotossa 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

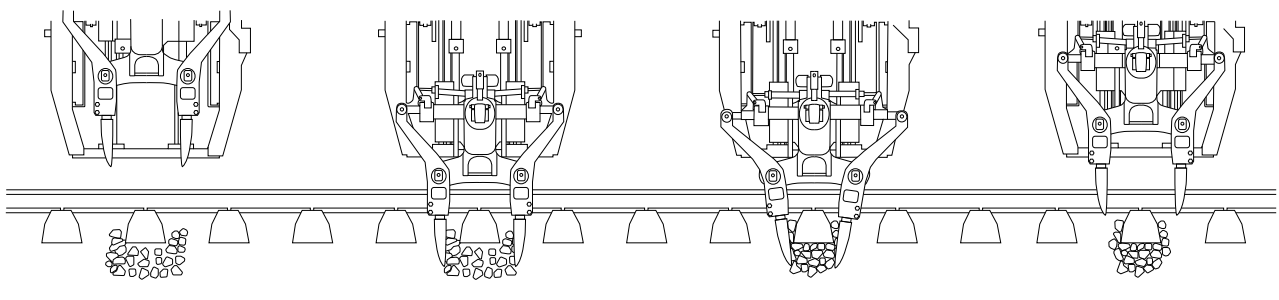
Aiheeseen liittyvää

[Milloin raide vaatii tukemista?](#)

[Raidegeometrian toleranssit](#)

1.2 Tukemisperiaate

Tukeminen perustuu tukemiskoneella tehtävään raiteen nostoon, sivuttaissiirtoon ja kallistamiseen sekä raidesepelin uudelleenjärjestämiseen ja tiivistämiseen pölkyn alapuolella tukemishakkujen avulla. Tukikerroksen tiivistyminen perustuu raiteen nostolla saavutettuun riittävään tyhjätilaan ja tukemishakkujen tukikerrokseen kohdistamaan värähtelevään kuormitukseen, joka uudelleenjärjestää erityisesti sepelitukikerrosta. 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 2. Tukemisperiaate

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

Aiheeseen liittyvää

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 työkoneella.
Kunnossapitotuenta	Pääsääntöisesti tarkkuusmenetelmällä tehtävä pistemäinen tukemistyö, jonka pituus on tyypillisesti alle 200 metriä. Tukemisalueen tulee olla pidempi ja yhtenäinen esimerkiksi, kun korjataan useampia lähekkäin olevia virheitä, tuetaan vaihdealuetta tai virhe sijoittuu kaarrealueelle.
Käsintuenta	Käsi käyttöisellä työkoneella (kankikoneella) tehtävä tukemistyö. Käsintuentaa käytetään pääsääntöisesti kohteissa, joita ei voida tukea tukemiskoneella. Käsi käyttöinen tukemiskone värähtelee tukemistyöhön soveltuvalla taajuudella, ja sillä tiivistetään sepeliä pölkyn alle kankeamalla. Käsintuentaa saa käyttää yksittäisten pistemäisten virheiden korjauksessa sekä pölkynvaihdossa. Lisäksi käsintuentaa tulee käyttää vaihteentuen yhteydessä pitkien pölkkyjen alueella, tukemiskonetta avustavana työnä. Käsintuenta tehdään aina tandemtuentana, jossa raide tunkataan ylös.
Laserohjaus	Menetelmä, jolla pidennetään tukemiskoneen mittakantaa ja parannetaan tukemistyön tarkkuutta. Menetelmä perustuu erilliseen, tukemiskoneen etupuolelle sijoitettuun laserlähettimeen sekä tukemiskoneeseen sijoitettuun laser vastaanottimeen. 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 <i>RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet</i> . Neutraalilämpötila vaihtelee paikallisesti.
Nuotti	Raidegeometrian kartoitusmittausten perusteella laadittu nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen listaus, jota käytetään tarkkuusmenetelmällä tai suhteellisen tarkkuusmenetelmällä työskennellessä. 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 suunnittelun aseman ja raiteen todellisen aseman sallittu ero esitetään Väyläviraston ohjeessa <i>RATO 13 Radan tarkastus</i> 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 muutoskohtia 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 käyttönotossa 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 mittavaunun 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 tiettyä 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 tukikerrosateriaalia pölkkyjen päiden alle. Tukikerroksentiivistäjän käyttö ohjeistetaan liitteessä B. Tukikerroksentiivistäjän 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 virheitä tai niiden kehittymistä ([3.2 Kunnossapitotuenta](#)).

Aiheeseen liittyvää

[Raidegeometria](#)

[Raidegeometrian toleranssit](#)

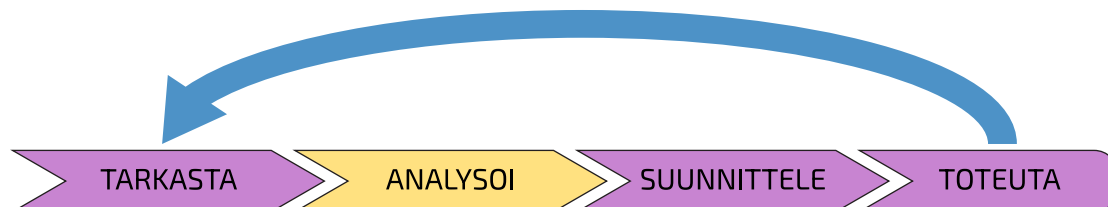
3.1 Päällysrakennetöiden jälkeinen tuenta

Radan rakentamisen ja muiden päällysrakennetöiden jälkeen raiteen asema tulee viedä suunniteltuun geometriaan työalueella.

1. Tuenta suunnitellaan osana päällysrakennetöiden suunnittelua ([5 Tukemistyön suunnittelu](#)).
2. Tuenta toteutetaan päällysrakennetöiden jälkityönä ([6 Tukemistyön toteuttaminen](#)).
3. Raiteen geometrista kuntoa seurataan tukemisen jälkeen ([6.6 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 Kunnossapitotuenta

Kunnossapitotuenta tehdään radan tarkastusten ja geometriavirheiden analysoinnin perusteella. Radan kunnossapidon suunnittelun ja toteutuksen prosessi on esitetty kuvassa [3 Radan kunnossapidon suunnittelu ja toteutus](#).



Kuva 3. Radan kunnossapidon suunnittelu ja toteutus

1. Radalle suoritetaan säännöllisiä tarkastuksia ([3.2.1 Radan tarkastukset](#)).
2. Havaitut geometriavirheet analysoidaan ([3.2.2 Radan geometriavirheiden analysointi ja luokittelu](#)).

Radan tarkastuksia ja analysointia käsitellään seuraavissa ohjeissa:

- RATO 13 Radan tarkastus
 - RATO 14 Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito
 - RATO 15 Radan kunnossapito.
3. Tarkastusten ja analysoinnin pohjalta suunnitellaan ja toteutetaan kunnossapidon toimenpiteet (5 [Tukemistyön suunnittelu](#) ja 6 [Tukemistyön toteuttaminen](#))
- Jos tarkastuksissa havaitaan geometriavirheitä, tehdään kunnossapitotuenta virheiden poistamiseksi (3.2.3 [Kunnossapitotuenta virheiden poistamiseksi](#)).
 - Tehdään tarvittaessa ennaltaehkäisevä ja kohdennettu kunnossapitotuenta paikkoihin, joihin oletetaan muodostuvan virheitä (3.2.4 [Ennaltaehkäisevä kunnossapitotuenta](#)).

Kunnossapitotuenta toteutetaan tapauksesta riippuen jollakin seuraavista tavoista:

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

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

3.2.1 Radan tarkastukset

Tärkeimpänä radan kunnan indikaattorina käytetään radantarkastusvaunun tekemiä mittauksia, jotka tehdään pääraiteilla 2–6 kertaa vuodessa riippuen radan kunnossapitotasosta. Kunnossapidossa radantarkastusvaunun mittauksia täydennetään muilla mittauksilla 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 kunnan kehittymistä laajemmin.

3.2.2 Radan geometriavirheiden analysointi ja luokittelu

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 ongelmakohtia, joissa kunnossapitoa on jouduttu tekemään tiheämmin. Tyypillisiä ongelma-alueita ovat esimerkiksi päällyys- ja alusrakenteen epäjatkuvuuskohdat, pehmeikköalueet ja sillan siirtymäalueet. Pidemmällä aikavälillä käytetään hyödyksi myös radanpidon tilastoja ja rekistereitä.

Radantarkastustulosten analytiikkaohjelmistot mahdollistavat myös alkavien virhepaikkojen määrittämisen ja kehitysennusteiden laskennan. Kehitysennusteiden laskentaa voidaan käyttää myös kohdennettujen läpituontapaikkojen määrittämisessä.

- Ota radantarkastusvaunun mittaustulosten analysoinnissa huomioon eri aallonpituusalueiden tulokset (taulukko [1 Radantarkastusvaunun mittaustulosten analysointi](#)).

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
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

- Tunnista tuettavalta 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 (katso kohta [5.5 Nuotitus](#)).
- Seuraa raiteen keskihajonnan kehittymistä analytiikkatyökalulla (Tableau).
Jos keskihajonta kasvaa poikkeuksellisen nopeasti, se voi olla merkki kehittyvästä virheestä.
- Tee mittauksiin ja tarkastuksiin pohjautuvan analysoinnin tueksi maastotarkastuksia.
Tarkastuksilla 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 tukikerrosmaterian heikentämistä. Koneellisen tuennan vaikutuksen tukikerrokseen katsotaan vastaavan suuruusluokkaa noin 4 miljoonaa brt liikennevaikutusta, vaihteluvälinä voidaan pitää 2–10 Mbrt.

- 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 kuperuus, eikä tätä kuperuutta luokitella pölkyn viaksi, joka pitäisi poistaa. Yli 4 mm mittapoikkeamat pölkyn suoruudessa tulee ottaa huomioon geometriavirheen korjauksessa.

3.2.3 Kunnossapitotuenta virheiden poistamiseksi

Raiteen geometriavirheet korjataan kunnossapitotuennalla. Jos seuraavassa tarkastuksessa tai muuten havaitaan, että virhe on uusiutunut, kunnossapitotuenta suoritetaan uudelleen tai valitaan toinen kunnossapitomenetelmä.

3.2.4 Ennaltaehkäisevä kunnossapitotuenta

Ennaltaehkäisevällä kunnossapitotuennalla voidaan ennaltaehkäistä geometriavirheiden syntymistä ja ylläpitää raidegeometriian kuntoa. Ennaltaehkäisevä kunnossapitotuenta tehdään kohdennettuna läpituentana kohteissa, joissa korkeuspoikkeaman ja nuolikorkeuden keskihajonnat ovat selvästi kasvaneet ja ovat edenneet jo alkaviksi virhepaikoiksi.

4 Tukemistyön yleiset vaatimukset

Tässä kohdassa kuvataan tukemistyön yleiset vaatimukset.

4.1 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. Virherajat Suomen valtion rataverkon kunnossapitotasoin on esitetty Väyläviraston ohjeessa *RATO 13 Radan tarkastus*. 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

Parametrit	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 käytävällä järjestelmällä riittää yksi arvo korkeuspoikkeamalle ja nuolikorkeudelle.

4.2 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.

4.3 Työn luvat ja ilmoitukset

4.3.1 Melu- ja yötyölupa

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

4.3.2 Tasoristeyskannen purkulupa

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

4.3.3 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.

4.3.4 Liikennettä haittaavasta työstä ilmoittaminen

Liikennettä haittaavasta työstä on ilmoitettava tieliikenteen hallinnasta vastaavalle taholle.

4.4 Tukemistyön pätevyysvaatimukset

Rautatiealueella työskenneltäessä on noudatettava työn aikana voimassa olevia Väyläviraston pätevyysvaatimuksia. Pätevyysvaatimukset on kuvattu Väyläviraston ohjeessa *Valtion rataverkon haltijan osaamis- ja pätevyysvaatimukset*. Urakoitsija vastaa kustannuksellaan siitä, että sillä on käytössään vaaditut pätevyudet omaavat henkilöt.

Tukemistyön vastuuhenkilöllä tulee olla päällysrakennepätevyys.

5 Tukemistyön suunnittelu

Tukemistyön suunnittelu sisältää seuraavat tehtävät:

- Ajoita tukemistyö (5.1 Tukemistyön ajoittaminen).
- Määritä tukemisalue (5.2 Tukemisalueen määrittäminen).
- Selvitä epäjatkuvuuskohdat ja pakkopisteet (5.3 Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen).
- Valitse tukemismenetelmä kohdan 5.4 Tukemismenetelmän valinta mukaisesti.
- Jos tukemismenetelmäksi on valittu tarkkuusmenetelmä tai suhteellinen tarkkuusmenetelmä, tee nuotitus (5.5 Nuotitus).
- Laadi työsuunnitelma kohdan 5.6 Työsuunnitelman laatiminen mukaisesti.

5.1 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 (6.1.3 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 seisonta-/säilytysraiteelle
- tarvittavat esityöt, avustavat työt ja jälkityöt sekä niiden kesto

Raiteilla, joilla suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, sekä tunneleissa täydennyssepelöinti (6.3.2 Tukikerroksen sepelöinti), tukeminen (6.4 Tukemistyö) ja tukikerroksen viimeistely (6.5.5 Tukikerroksen viimeistely) tulee lähtökohtaisesti toteuttaa samassa työraossa.

- sääolot (erityisesti keväällä ja kesän kuumina päivinä)
- muiden alueella tehtävien kunnossapitotöiden yhteensovittaminen
- työlle tarvittavat luvat (4.3 Työn luvat ja ilmoitukset)

Melu- ja pölyhaitan aiheuttamiseen tarvittavat luvat saattavat rajoittaa tukemistyön ajankohtaa.

5.2 Tukemialueen määrittäminen

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

Tukemialue määritetään seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Koko virhealue pitää saada tuettua niin, että tukeminen aloitetaan ja lopetetaan raidegeometrian toleranssien (6.1.1 Raidegeometrian toleranssit) mukaisesta kohdasta raidetta (ns. nollasta nolnaan -periaate).

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 lopetuskohtalla 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 läpituentavaiheessa nostot pysyvät tasaisina 20–50 mm.

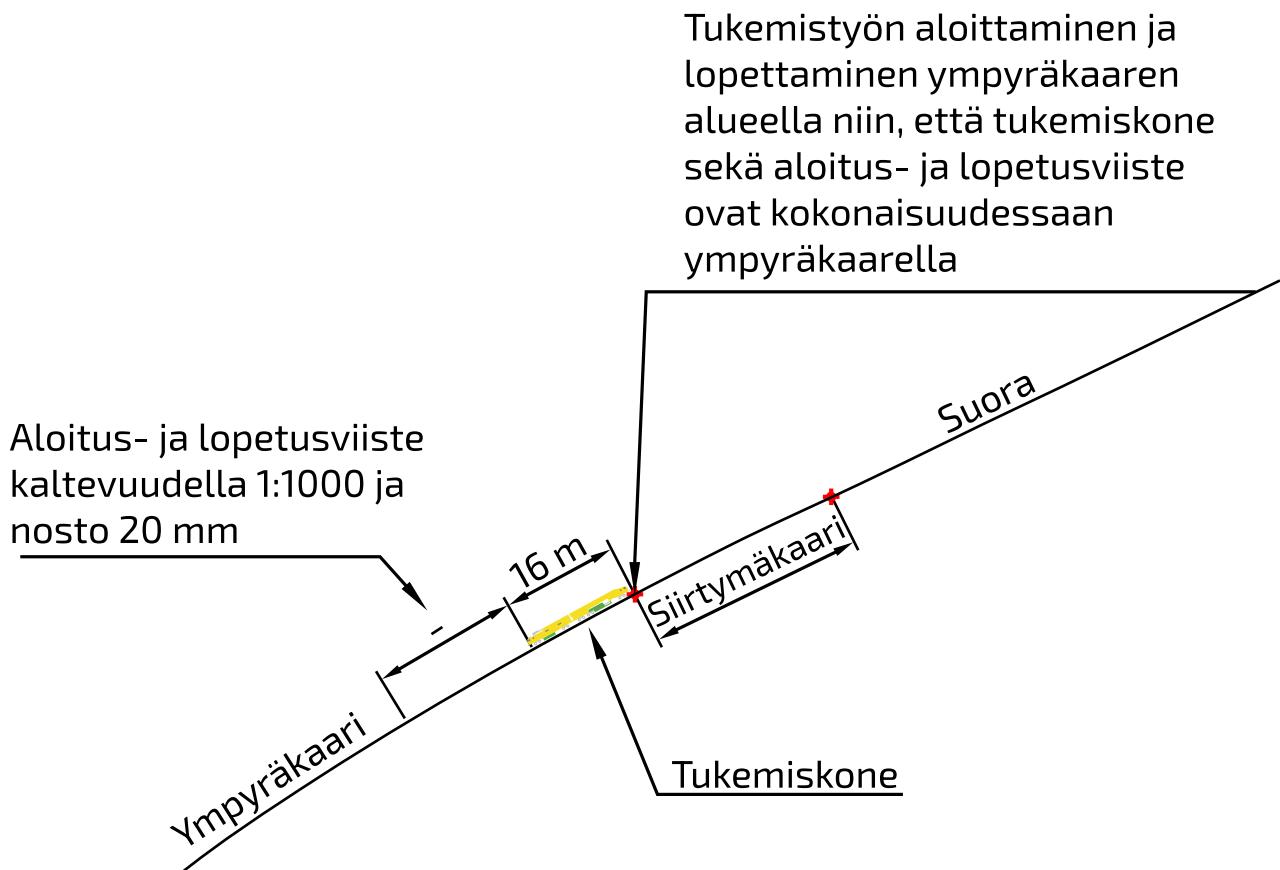
Huomaa: Yksittäisen tukemialueen määrittämisessä on huomioitava käytössä olevan koneen ominaisuudet ja työsuorite [m/h] sekä se, minkä tyyppistä virhettä korjataan. Jos D-luokan virheitä on useampia lyhyellä matkalla (esim. noin 100 metriä), tämä saattaa aiheuttaa liikkuvaan kalustoon epästabiilia kulkua. 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:

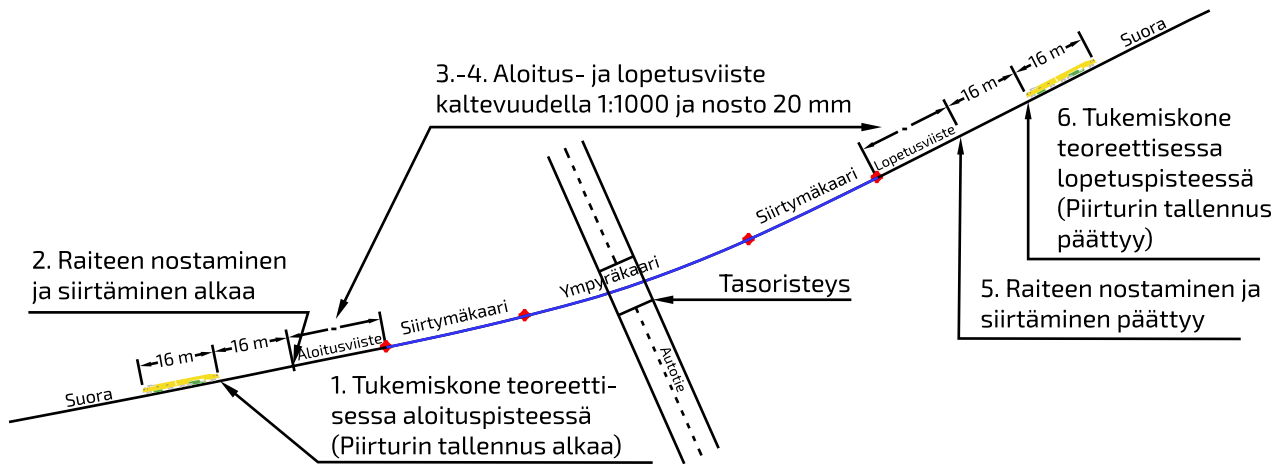
- korjataan useampia lähellä olevia virheitä
- tuetaan vaihdealuetta
- virhe sijoittuu kaarrealueelle.

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 4 [Tukemistyön aloitus ja lopetus ympyräkaaren alueella](#)).
- Jos tukemiskoneen mittakanta ei mahdu kokonaisuudessaan ympyräkaaren alueelle, aloitus ja lopetus on tehtävä suoralla (kuva 5 [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 ([6.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)) mukaiset.



Kuva 4. Tukemistyön aloitus ja lopetus ympyräkaaren alueella



Kuva 5. 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 5 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.

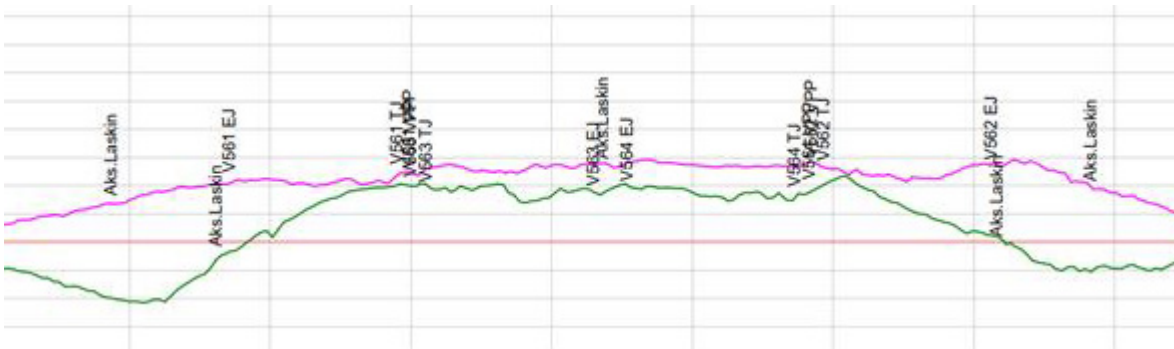
Hyvä tietää: Vaihdealueeseen kuuluvat vaihde sekä etäisyys $V/2$ (V ilmoitetaan km/h) etu- ja takajatkoksista vaihteesta poispäin. $V/2$ on aina vähintään 50 m. Useaan kertaan tuetut vaihdealueet nousevat tyyppillisesti linjaosuuksia korkeammalle.

- 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 6 [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 6. Vaihdealueiden korkeusasema suhteessa suunniteltuun korkeusasemaan

Aiheeseen liittyvää

[Raidegeometrian toleranssit](#)

5.3 Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen

Tukemistyötä varten on koottava määritetyltä alueelta tiedot sellaisista epäjatkuvuuskohtista 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

[Maastomittaukset](#)

5.4 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.

Kiireelliset pistemäiset virheet voidaan korjata suhteellisella menetelmällä. Kiireelliseksi virheeksi luokitellaan

- suoraan junaliikenteeseen ja sen turvallisuuteen vaikuttavat viat
- 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
[Tukemismenetelmät](#)

5.5 Nuotitus

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

1. Selvitä raidegeometria ja mittausperusta ([5.5.1 Raidegeometrian ja mittausperustan selvittäminen](#)).
Jos toimivaa raidegeometriaa tai mittausperustaa ei ole, katso kohdat [5.5.3 Raidegeometrian ja mittausperustan toimimattomuudesta ilmoittaminen](#) ja [5.5.4 Raidegeometrian ja mittausperustan korjaaminen](#).
2. Kartoita raiteen asema nuotitusmittauksilla ([5.5.2 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 ([5.5.5 Nuotin laatiminen](#)).

5.5.1 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.

5.5.2 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 kartoitusmittauksen 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 ([5.5.2.3 Mittaus tiheästi mittaavalla vaunulla](#)).

- Jos tukemismenetelmäksi on valittu tarkkuusmenetelmä, tee nuotitusmittaus ([5.5.2.1 Nuotitusmittaus](#)).
- Jos tukemismenetelmäksi on valittu suhteellinen tarkkuusmenetelmä, tee suhteellinen nuotitusmittaus ([5.5.2.2 Suhteellinen nuotitusmittaus](#)).
- Merkitse mittausten yhteydessä tukemisen aloitus- ja lopetus piste maastoon ([5.5.2.4 Aloitus- ja lopetus pisteen merkitseminen](#)).

Aiheeseen liittyvää

[Epäjatkuvuuskohtien ja pakkopisteiden selvittäminen](#)

5.5.2.1 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 ([5.5.5 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.

- Selvitä sähköradalla ajolangan säätämisen tarve.
- 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.
 - Kartoita kallistetuissa kaarrevaihteissa ja niiden takajatkosalueiden pitkien ratapölkkyjen alueella kaikki kiskojonot kahden metrin välein tai tiheämmin raidegeometrian yksityiskohtaista tarkastelua varten.

5.5.2.2 Suhteellinen nuotitusmittaus

Poikkeustilanteissa, joissa raidegeometria ja mittausperusta eivät toimi kunnossapidon tukemistöissä, voidaan tehdä ns. suhteellinen nuotitusmittaus. Suhteellisessa nuotitusmittauksessa tavoitteena on poistaa raiteen asennon virheet, kuten nuolikorkeusvirheet ja korkeuspoikkeamat niin, että raiteen asemaa ei muuteta enempää kuin virheiden korjaamiseksi on tarpeellista. Suhteellisella nuotitusmittauksella saavutetaan yhtenäisempi geometria kuin pelkällä suhteellisella tukemisella.

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

5.5.2.4 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.

5.5.3 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. raakanuotti).

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-riittainen 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.

5.5.4 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 kokonaiselle 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.

5.5.5 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, mittajaan tai nuotinlaskijan kanssa yhdessä.

- tukemissuunta
- kiskopaino
- johtokisko
- vaaka- ja pystygeometrian muutos pisteet 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.

- laserlähettimen paikat paikalliset olosuhteet huomioiden.

5.6 Työsuunnitelman laatiminen

Työtä varten laaditaan työsuunnitelma yhteistyössä radan rakentamisen ja kunnostamisen asiantuntijoiden (mm. mittauksen ja rata-, hitsaus-, kone-, sähkörata- sekä turvalaiteasiantuntijoiden) kanssa. Tilaajan 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.

5.7 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 tarpeet (sepele)
- neutralointitarve ja toimenpiteet
- tukemisjärjestys, jos tukemisalueeseen liittyy useita vaihteita
- tukemistyön aikana tarvittavat tarkemittaukset
- raidegeometrian muutosten aiheuttamat toimenpiteet radalla (mm. sähköradalla ajolangan mahdollinen säätäminen, geometriamerkkien 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

6 Tukemistyön toteuttaminen

Tässä kohdassa kuvataan tukemistyön toteuttamisen vaatimukset ja ohjeet.

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

6.1 Rajoitukset

Tässä kohdassa esitetään tukemistyön rajoitukset.

6.1.1 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

[Milloin raide vaatii tukemista?](#)

[Raidegeometria](#)

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

[Tukemialueen määrittäminen](#)

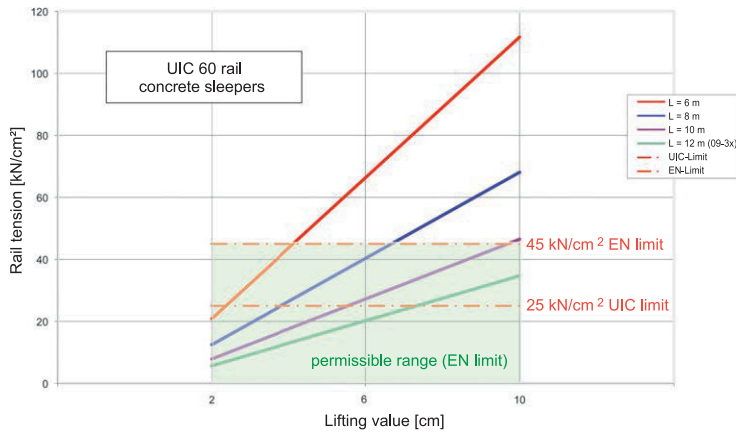
6.1.2 Minimi- ja maksiminostot

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 tukemialueella kiskoon kohdistuvan vetojännityksen takia. Raidetta kallistettaessa on lisäksi huomioitava kaarteiden 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 7. 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.

6.1.3 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 [6.1.3 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.

6.2 Tukemismenetelmät

Tukemismenetelmiä ovat:

- tarkkuusmenetelmä
- suhteellinen tarkkuusmenetelmä
- suhteellinen menetelmä
- käsintuenta

Aiheeseen liittyvää

[Tukemismenetelmän valinta](#)

[Tukemisperiaate](#)

6.2.1 Tuenta tarkkuusmenetelmällä

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 suoritetun tukemistyön 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.

6.2.2 Laserohjattu tukemistyö

Laserohjatulla tukemistyöllä pystytään pienentämään nuolikorkeuden ja korkeuspoikkeaman keskihajontaa D2- ja D3-aallonpituuden osalta. Laserohjauksella 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.

6.2.3 Pistemäisen geometriavirheen korjaaminen käsintuennalla

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

Huomaa: Siirtymäkaarialueilla 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 raidelevyden osalta.

Tyhjiömittareita apuna käyttäen saadaan näkyviin myös piilopainumat.

6.3 Tukemistyön esityöt

Ennen tukemistyötä tulee suorittaa seuraavat esityöt.

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

- Rajoita liikennettä työn ajaksi tarvittaessa ([6.3.1 Liikenteen rajoittaminen työn ajaksi](#)).
- Jos raiteen nostot ovat suuria tai tukikerros on vajaa jo lähtötilanteessa, suorita täydennyssepelöinti ennen tukemistyötä ([6.3.2 Tukikerroksen sepelöinti](#)).

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 ([6.3.3 Radan päällysrakenteen tarkastaminen ja kunnostaminen](#)).
- Selvitä ja pura tukemistyön esteet ([6.3.4 Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen](#)).
- Varmista, että kiskon lämpötila on sallituissa rajoissa tukemistyön aloittamiseksi ([6.3.5 Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä](#)).

6.3.1 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.

6.3.2 Tukikerroksen sepelöinti

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

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

- Arvioi tukikerrosateriaalin riittävyys.
Tukemistyössä arvioi tukikerrosateriaalin riittävyys nuotitusmittauksesta saatavien nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen perusteella.
- Jos sepeliä ei ole riittävästi
 - a) Aseta tarvittaessa tilapäinen nopeusrajoitus siihen asti, kunnes täydennyssepelöinti on tehty.
 - b) Lisää tarvittava määrä sepeliä.
 - c) Tarkista, että tukikerroksen mitat ovat ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaiset.
 - d) Tarkista, että pölkkyjen alueella sepelitukikerros on pölkyn yläpinnan tasolla.
- Jos työtä tehdään tunnelissa, kastele sepeli pölyn sitomiseksi ja seuraa häkäpitoisuutta häkämittarin avulla.

- Jos raiteen suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, tarkista, että pölkkyalueelle ei jää irtokiviä.

6.3.3 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 riittävästä toimenpiteistä ennen tukemista ([6.4.5.4 Vaihdealueen tukeminen](#)).
- Jos vaihteessa on käytetty säätölevyjä, varmista, että säätölevyjen määrä on tarkoituksenmukainen.

Säätölevyjä käytetään esimerkiksi risteysalueella kaarevien pölkkyjen vuoksi. Säätölevyjen osalta noudatetaan ohjeita *RATO 12 Päällysrakennehitsaus* ja *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.

6.3.4 Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen

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

- tasoristeysten kansirakenteet ja hälytyksen katkaisusilmukat
- akselinlaskijoihin 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 sähkörataan 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.

Vaihdealueen esteiden selvittäminen ja purkaminen

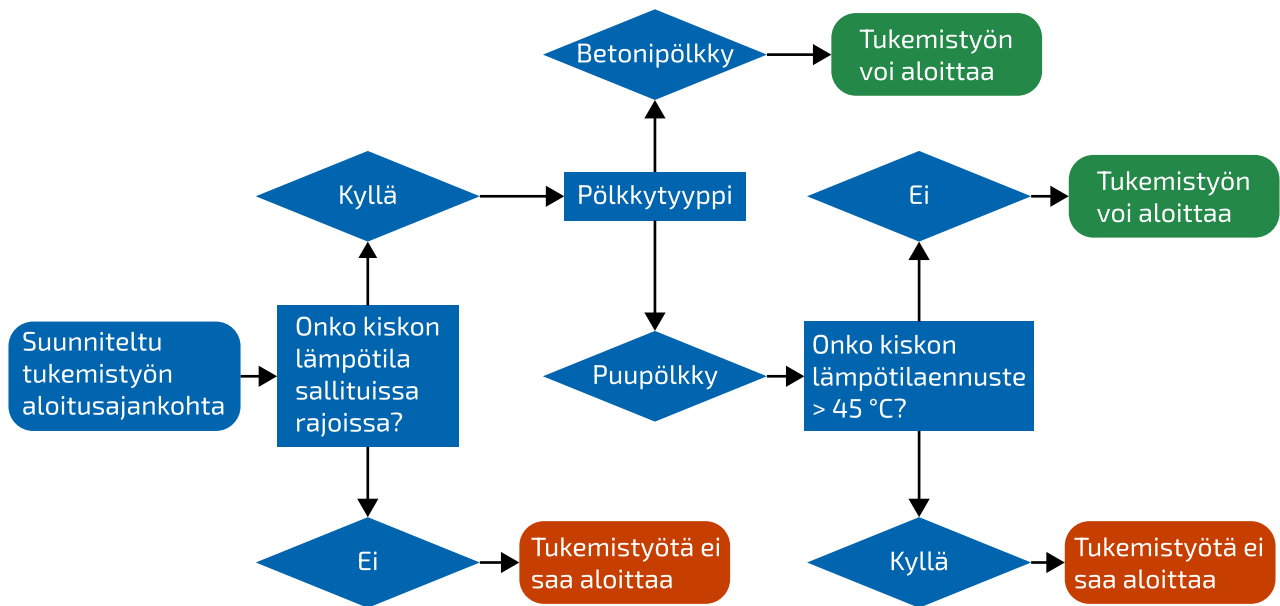
- Poista vaihteiden lämpöeristys-elementit, lumiharjat ja lumenohjaimet.

Aiheeseen liittyvää

[Sillan tukeminen](#)

6.3.5 Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä

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



Kuva 8. Kiskon lämpötilan varmistaminen ennen tukemistyötä

1. Varmista ennen työn aloitusta, että kiskon lämpötila on taulukon [3 Sallitut kiskon lämpötilat tukemistyön aloittamiseksi](#) mukainen.
2. Puupölkkyraiteella varmista 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.

6.4 Tukemistyö

Huomaa: Päälysrakennepätevyden 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 ([6.1.3 Tukemistyössä sallitut kiskon lämpötilat](#))
- Tukemissyvyys on määritetty siten, että tukemishakun yläreuna asettuu 15–20 mm pölkyn tai pohjaimen alapinnan alapuolelle ([A. Tukemissyvyudet päällysrakenteen eri komponenteilla](#)).

Tukemistyö sisältää seuraavat tehtävät.

- Varmista tukemissyvyys ([6.4.1 Tukemissyvyuden varmistaminen](#)).
- Seuraa puupölkkyraiteella kiskon lämpötilaennustetta tukemistyön aikana ja sen jälkeen ([6.4.2 Kiskon lämpötilaennusteen seuraaminen puupölkkyraiteella tukemistyön aikana ja sen jälkeen](#)).
- Tarkkaile kiskon lämpötilaa tukemistyön aikana ([6.4.3 Kiskon lämpötilan mittaaminen tukemistyössä](#)).
- Suorita tukeminen kohdan [6.4.5 Tukeminen](#) yleisohjeiden sekä alla listattujen kohdekohtaisten ohjeiden mukaisesti.
 - [6.4.5.1 Jatkuvakiskoraiteen tukeminen](#)
 - [6.4.5.2 Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteen tukeminen](#)
 - [6.4.5.3 Sillan tukeminen](#)
 - [6.4.5.4 Vaihdealueen tukeminen](#)
 - [6.4.5.5 Linjan tukeminen](#)
- Varmista tukemiskoneen työnjäljen paikkansapitävyys mittauksilla ([6.4.4 Varmistavat mittaukset](#)).

6.4.1 Tukemissyvyuden varmistaminen

Tukemissyvyys ja epäjatkuvuuskohdat on varmistettava kohteessa seuraavasti:

- Varmista, että kohteen tukemissyvyys on liitteen [A. Tukemissyvyudet päällysrakenteen eri komponenteilla](#) mukainen.
- Tarkista epäjatkuvuuskohdat kohteesta, nuotituslomakkeesta tai RATKOsta.

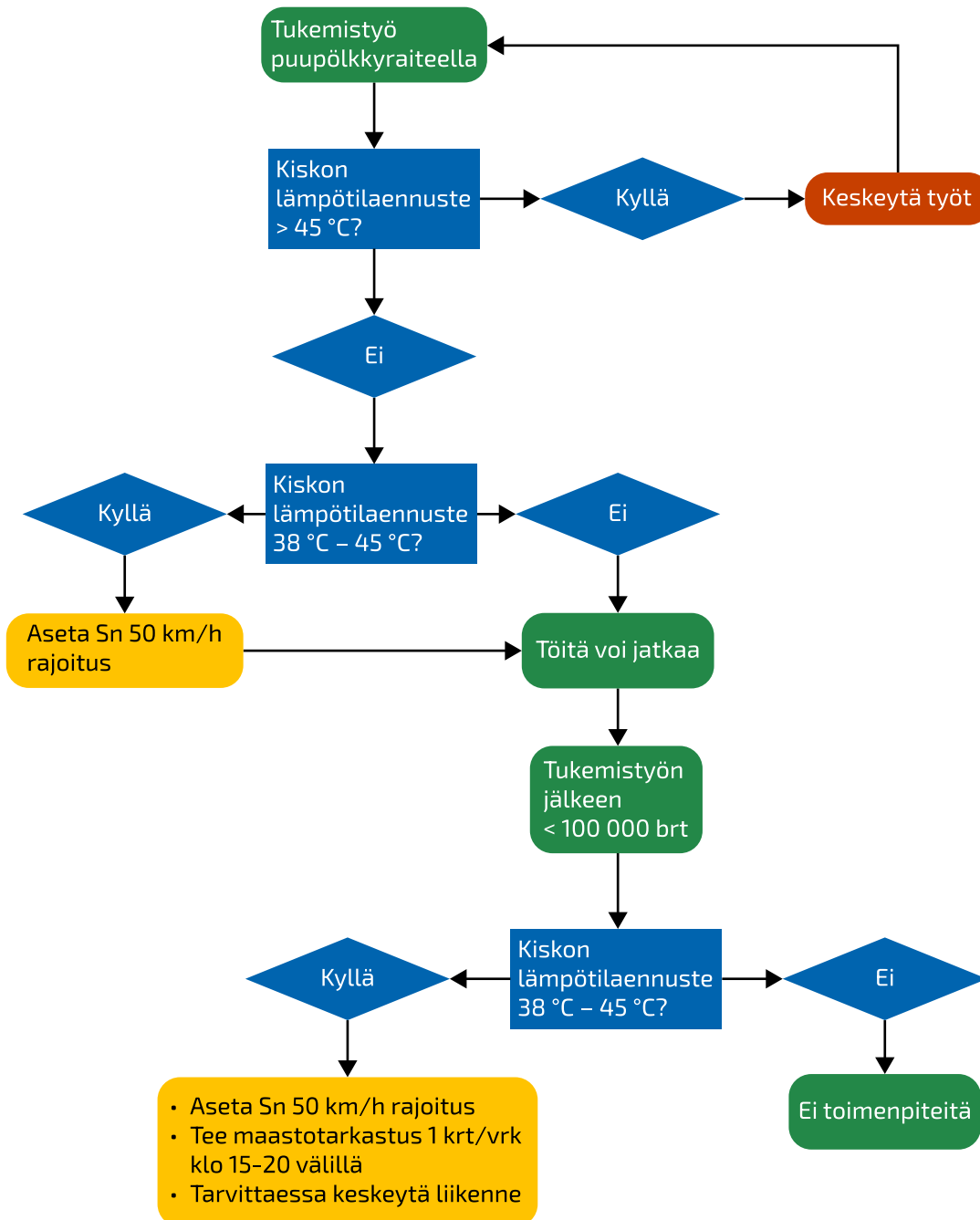
Pohjaimelliset pölkkyt tunnistaa pölkyn päällä olevasta merkinnästä "USP".

- Tarkista tukemissyvyys uudestaan aina epäjatkuvuuskohtien kohdalla (kiskopainon, pölkkytyypin tai pohjaimen muuttuessa).

Liitteessä [A. Tukemissyvyudet päällysrakenteen eri komponenteilla](#) esitetään pyörävoimailmaisimien (VEKU, VERTIKAALIKUORMA) tukemissyvyudet.

6.4.2 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 9. Kiskon lämpötilaennusteen seuraaminen puupölkkyraiteella ja toimenpiteet tukemistyön aikana ja sen jälkeen

- Seuraa kiskon lämpötilaennustetta tukemistyön aikana.
 - a) Jos kiskon lämpötilaennuste on työn aikana $> 45\text{ °C}$, keskeytä työt.
 - b) Jos kiskon lämpötilaennuste on tukemistyön aikana $38\text{–}45\text{ °C}$, 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 päiviksi.
 - b) Tee kyseisinä päivinä maastotarkastus klo 15–20 välillä.
 - c) Jos maastotarkastuksessa havaitaan hellekäyrään viittaavia kriittisiä siirtymiä, keskeytä liikenne (*RATO 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet*).

6.4.3 Kiskon lämpötilan mittaaminen tukemistyössä

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

1. Mittaa tukemistyön aikana työskentelylämpötila kiskosta ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaisesti vähintään 6 h välein.
2. Kirjaa lämpötilatieto tukemiskoneen työnjäljen tallennusjärjestelmän tuottamaan dokumenttiin tai [Radan päällysrakenteen liikennöitävyyden tarkastuspöytäkirjaan](#).

6.4.4 Varmistavat mittaukset

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

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

6.4.5 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.

6.4.5.1 Jatkuvakiskoraiteen tukeminen

Tukikerroksen leveyden vaatimustenmukaisuudesta on erityisesti huolehdittava.

6.4.5.2 Lyhyt- ja pitkäkiskoraiteen tukeminen

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

6.4.5.3 Sillan tukeminen

Silloilla, joilla on suojakiskot, tukemistyö on tehtävä vaihteentukemiskoneella.

Aiheeseen liittyvää

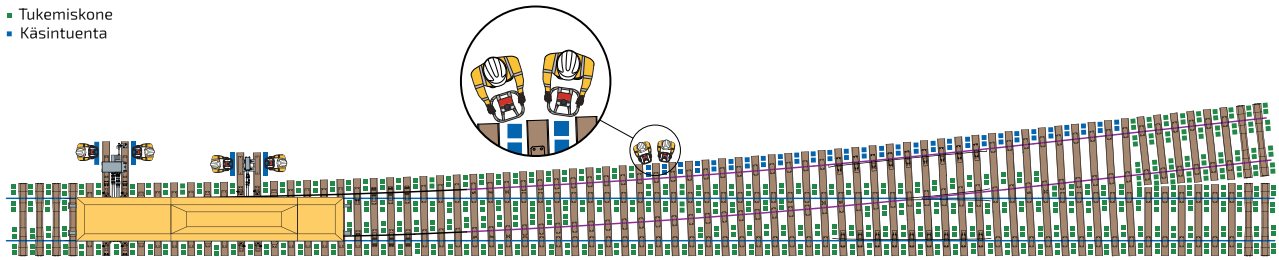
[Tukemistyön esteiden selvittäminen ja purkaminen](#)

6.4.5.4 Vaihdealueen tukeminen

Huomaa: Kunnossapitotasoilla 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 epäjatkuuskohdista tukemisen kannalta. Esim. 1:18 vaihteessa voi olla vierekkäisissä vaihteissa molemmille raiteille ulottuvia pitkiä vaihdepölkkyjä. Huolehdi ja varmistu tukikerroksen riittävästä tiivistymisestä vaihteen risteysalueella.

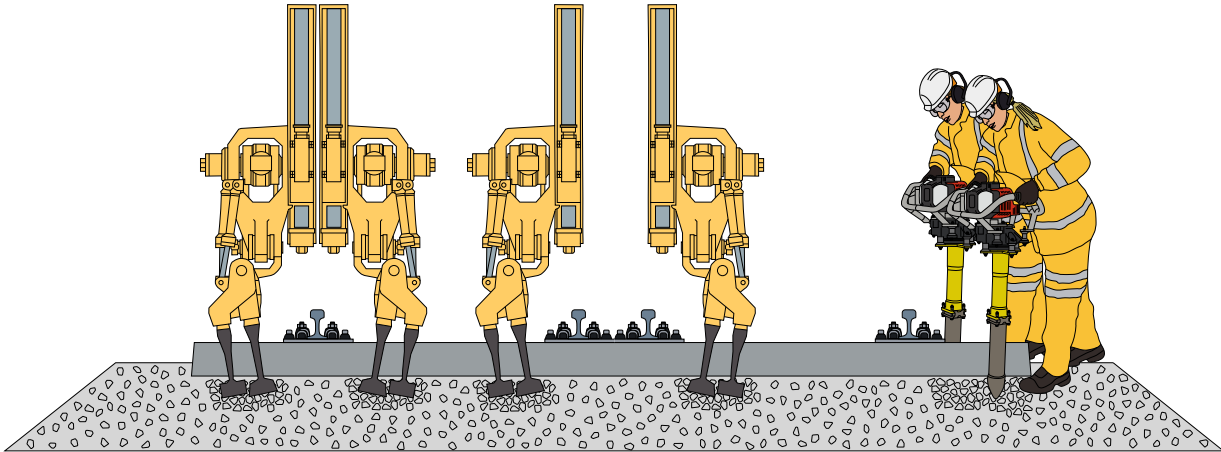
Vaihdealueen tukemisessa on noudatettava seuraavia ohjeita. Esimerkki vaihdealueen tuennasta on esitetty kuvassa [10 Vaihdealueen tuenta \(1:9 vaihde\)](#).



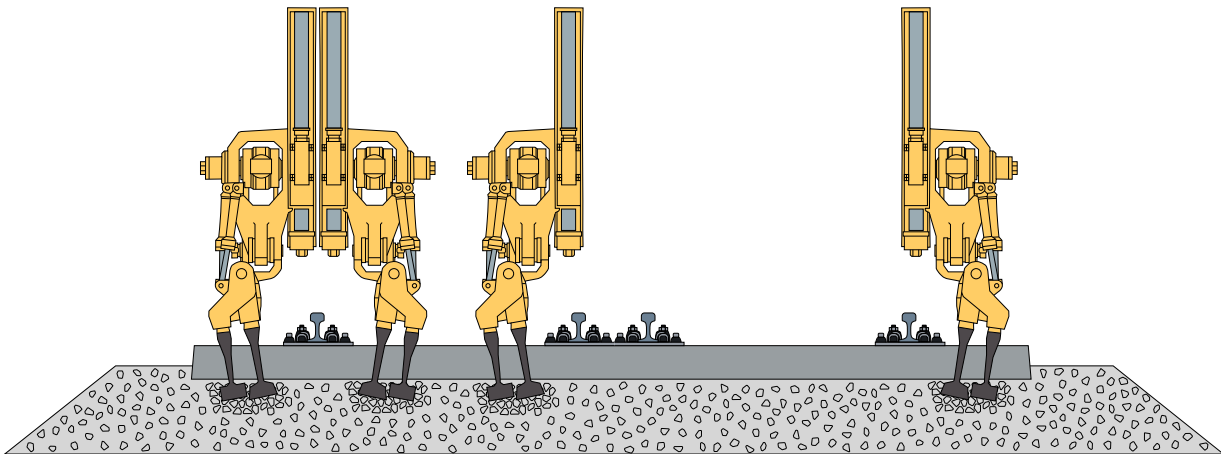
Kuva 10. Vaihdealueen tuenta (1:9 vaihde)

- Tue vaihdealue aina kerralla valmiiksi.
- Jos vaihteet ovat rinnakkain, nosta enemmän nostettava vaihde ensin.
- Nosta takajatkosalueella myös kolmatta kiskoja.
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 vaihdealueelle 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 käyrydestä aiheutuva raiteen kallistus poikkeavalle reitille.
 - Tue pitkän vaihdepölkyn noston yhteydessä kaikki pölkyn tuettavat pisteet.
 - Käytä vastakiskon puolella apuna käsintuenta (ensisijainen tapa) (kuva [11 Pitkän vaihdepölkyn tuenta käsintuennan avulla](#)) tai levitä aggregaatit (kuva [12 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 kiskojojoissa ei tapahdu merkittävää korkeuden muutosta ja raiteen geometria voidaan saada kuntoon ilman koko vaihdetta rasittavaa tuentaa.



Kuva 11. Pitkän vaihdepölkyn tuenta käsintuennan avulla



Kuva 12. Pitkän vaihdepölkyn tuenta levitetyillä aggregaateilla

6.4.5.5 Linjan tukeminen

Linjan tukemisessa on noudatettava seuraavia ohjeita:

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

6.5 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 ([6.5.1 Päällysrakenteen toimivuuden varmistaminen](#)).
- Tarkista sähköradan toimivuus ([6.5.2 Sähköradan toimivuuden tarkistaminen tukemistyön jälkeen](#)).
- Tarkista tarvittaessa kiskon neutraalilämpötila ([6.5.3 Kiskon neutraalilämpötilan tarkistaminen](#)).

- Suorita täydennyssepelöinti tarvittaessa ([6.3.2 Tukikerroksen sepelöinti](#)).

Täydennyssepelöinti voidaan tehdä jälkityönä kiireellisissä kunnossapitotuennoissa tai mikäli on todettu, että tuentatyön jälkeen tukikerroksen poikkileikkausmitat eivät toteudu.

- Viimeistele tukikerros ([6.5.5 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 ([6.5.6 Purettujen esteiden asentaminen takaisin paikoilleen](#)).
- Tee tukemistyön laadunvarmistus ja liikenteelle luovutus ([6.5.7 Tukemistyön laadunvarmistus ja liikenteelle luovutus](#)).
- Kokoa tukemistyön dokumentit ja toimita ne tilaajalle ([6.5.8 Tukemistyön dokumentointi](#)).

6.5.1 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: Päällysrakennepätevyden 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.

6.5.2 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.

6.5.3 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.

6.5.4 Tukikerroksen sepelöinti

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

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

- Arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys.
Tukemistyössä arvioi tukikerrosmateriaalin riittävyys nuotitusmittauksesta saatavien nosto- ja sivuttaissiirtoarvojen perusteella.
- Jos sepeliä ei ole riittävästi
 - a) Aseta tarvittaessa tilapäinen nopeusrajoitus siihen asti, kunnes täydennyssepelöinti on tehty.
 - b) Lisää tarvittava määrä sepeliä.
 - c) Tarkista, että tukikerroksen mitat ovat ohjeen *RATO 11 Radan päällysrakenne* mukaiset.
 - d) Tarkista, että pölkkyjen alueella sepelitukikerros on pölkyn yläpinnan tasolla.
- Jos työtä tehdään tunnelissa, kastele sepeli pölyn sitomiseksi ja seuraa häkäpitoisuutta häkämittarin avulla.
- Jos raiteen suurin sallittu nopeus on yli 140 km/h, tarkista, että pölkkyalueelle ei jää irtokiviä.

6.5.5 Tukikerroksen viimeistely

1. Muotoile tukikerros harjaamalla.
2. Jatkuvakiskoraiteilla muotoile tukikerroksen reunoille palteet.
Oikein muotoiltu palle lisää päällysrakenteen sivuttaisvastusta.

6.5.6 Purettujen esteiden asentaminen takaisin paikoilleen

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

6.5.7 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 ([6.5.7.1 Tukemiskoneen työnjäljen tarkastaminen](#)).
- Suorita tukemiskoneella mittausajo vaihdealueella kunnossapitotasoilla 1AA–3, kun vaihteet ovat niin lähekkäin, että sivuttaissiirrot ja nostot voivat vaikuttaa myös muihin vaihteisiin ([6.5.7.2 Tukemiskoneella tehtävä mittausajo](#)).
Jos vierekkäisistä vaihteista on ensin tuettu toinen ja tämän jälkeen viereinen, ei ensin tuetun vaihteen piirturitulosteeseen voida luottaa, koska vaihde on voinut siirtyä viereisen vaihteen tukemistyön seurauksena. Jos liikenneturvallisuus vaarantuu, liikennöinti on keskeytettävä.
- Varmista sivuttaissiirto- ja nostoarvojen toteutuminen tarkemittauksilla ([6.5.7.3 Tarkemittaukset](#)).
- Suorita radan liikennöitävyyden tarkastus ja liikenteelle luovutus ([6.5.7.4 Radan liikennöitävyyden tarkastaminen ja liikenteelle luovutus](#)).

6.5.7.1 Tukemiskoneen työnjäljen tarkastaminen

Tukemisen työnjäljen hyväksymistä varten tukemistyön vastuuhenkilö varmistaa raiteen asennon laadun työnjäljen tallennusjärjestelmästä ([4.1 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*).

6.5.7.2 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.

6.5.7.3 Tarkemittaukset

Mittaustyöryhmä varmistaa nuotituksessa määritettyjen sivuttaissiirto- ja nostoarvojen toteutumisen tarkemittauksilla seuraavassa aikataulussa:

- Uudella raiteella ja kunnossapitotasolla 1AA–3 raiteet ja vaihteet on tarkemittattava kahden viikon sisällä tukemistyön jälkeen.
- Tarkemittaus tulee suorittaa 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.
- Kunnossapitotasolla 1AA–1A pitkien vaihteiden raiteenvaihtopaikoilla on suositeltavaa käyttää tiheästi mittaavaa mittavaunua 1 m mittaustiheydellä. Käytettäessä tiheästi mittaavaa mittavaunua ei perinteiselle tarkemittaukselle ole tarvetta.

Tarkemittausten analysointi tulee suorittaa seuraavasti:

- Tarkemittaustuloksia tulee verrata nuotituksen sivuttaissiirto- ja nostoarvoihin sekä raiteen suunniteltuun asemaan. Jos nuotitusarvot tai raiteen asema ei toteudu, tulee arvioida, onko poikkeamalla vaikutusta junaturvallisuuteen sallitulla nopeustasolla ja tarvittaessa asettaa nopeusrajoitus.
- ATUn lähellä olevien esteiden tarkemittaustuloksia tulee verrata raiteen ATUun. Jos vaaditut ATUn mitat eivät täyty, tulee toimenpiteistä sopia rataverkon haltijan kanssa.

6.5.7.4 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 *Radanpidon turvallisuusohjeiden (TURO)* mukaisesti.

6.5.8 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 työntäjien tallennusjärjestelmän tuottama dokumentaatio

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

- tarkemittausten analyysi.

6.6 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 kunnan kehittymistä tulee seurata säännöllisillä mittauksilla urakan vastaanottotarkastukseen saakka.

Jos suunniteltua radan geometriaa ei saavuteta, raide tulee tukea uudelleen. Lisäksi tulee noudattaa urakan takuuajan velvoitteita.

Geometrisen kunnan seuranta sisältää seuraavat tehtävät:

- raiteen aseman seuranta ([6.6.1 Raiteen ja vaihteen aseman seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#))
- raiteen asennon seuranta ([6.6.2 Raiteen ja vaihteen asennon seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen](#)).

6.6.1 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 ([6.1.1 Raidegeometrian toleranssit](#)), tue raide uudelleen kohdan [6 Tukemistyön toteuttaminen](#) mukaisesti.

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

Aiheeseen liittyvää

[Raidegeometrian toleranssit](#)

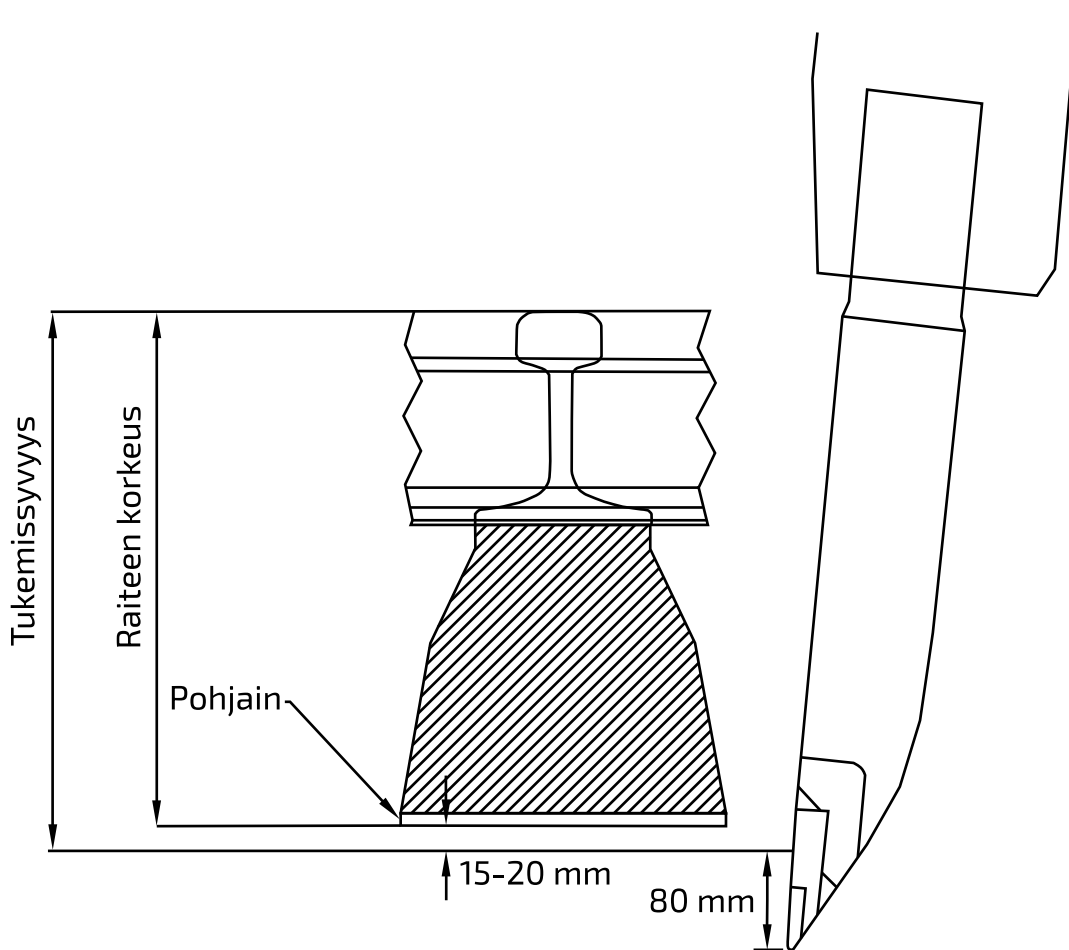
6.6.2 Raiteen ja vaihteen asennon seuranta päällysrakennetöiden jälkeisen tukemisen jälkeen

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 ([6.5.7.2 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 [6 Tukemistyön toteuttaminen](#) mukaisesti.

Liite A: Tukemissyvydet päällysrakenteen eri komponenteilla

Tukemissyvyys on riippuvainen päällysrakenteen komponenteista sekä hakun perusasemasta tukemiskoneessa.



Kuva 13. 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. Tukemissyvydet 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...

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 urakkasopimuksia.
- 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. Hakujen 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

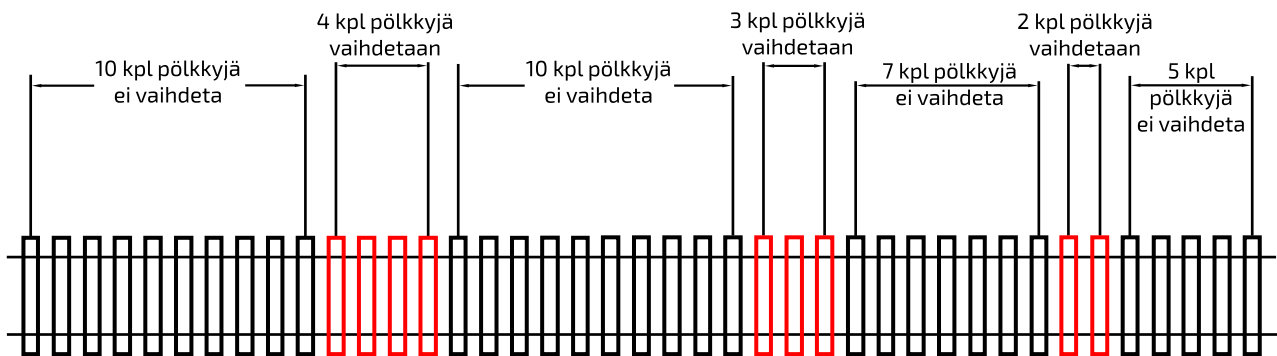
- Tukikerroksentiivistäjää voi käyttää vaihteessa enintään kolmen vaihdetun pölkyn tiivistämiseen. Pölkkyt eivät saa olla peräkkäisiä.
- Kiskopituudelta on mahdollista vaihtaa enintään 35 % pölkkyistä tukikerroksentiivistäjää käyttäen.

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

Taulukko 8. Perättäisten pölkkyjen vaihtamatta jättäminen

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

Esimerkki tukikerroksentiivistäjän käytöstä perättäisten pölkkyjen osalta on esitetty kuvassa 14 Tukikerroksentiivistäjän käyttö perättäisten pölkkyjen hajavaihdossa 25 metrin kiskopituudella.



Kuva 14. Tukikerroksentiivistäjän käyttö perättäisten pölkkyjen 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 pölkky tai sitä harvempi
- hajapölkynvaihdossa vaihdetaan ulkomitoiltaan puupölkyn kaltainen, mutta massaltaan selvästi puupölkkyä painavampi betonipölkky (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

