

Tutkimuskeskus

TERRA Geo
Road
Rail

Kiskon sivukuluminen vaihteen kielisoitusalueella ja sen vaikutus junan suistumisriskiin

RATA 2025 seminaari 12.2.2025

Riku Varis

Kielialueen kulumistutkimuksen tausta

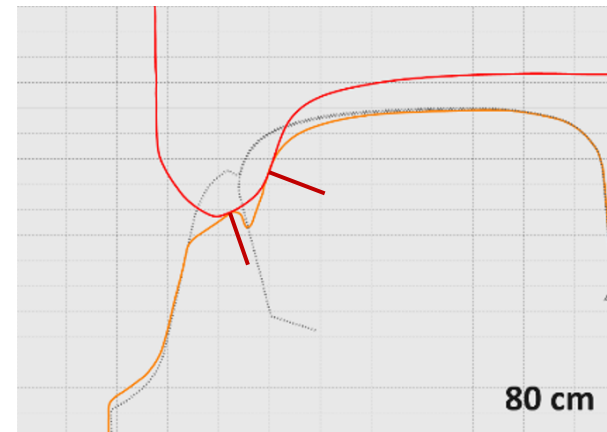
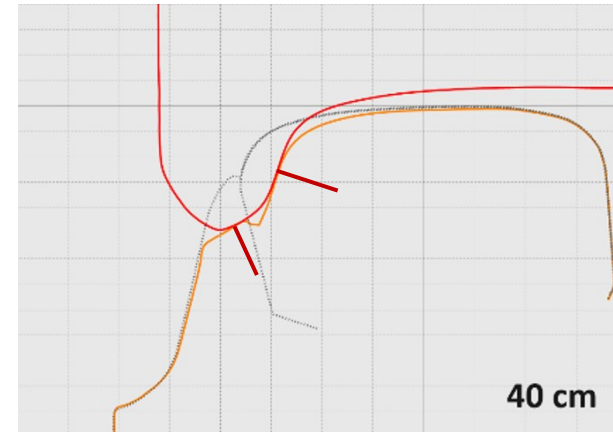
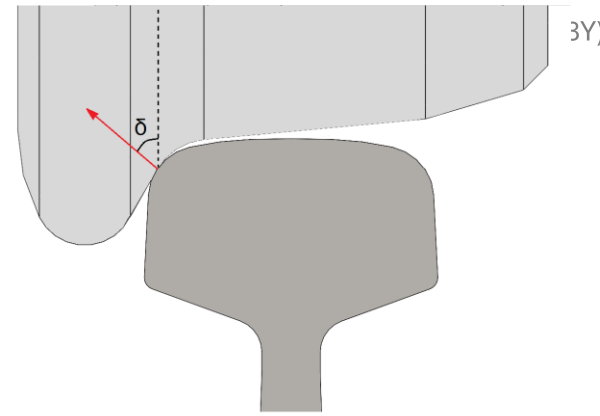
- Kieliprofiilien tiedetään kuluvan useissa vaihteissa vahvasti ja se aiheuttaa kunnossapitokustannuksia.
- Kielien kuntoa seurataan tällä hetkellä oikeastaan ainoastaan kielialueelta tehtävien tarkastusmittojen avulla sekä silmämääräisillä tarkastuksilla.
- Radalla on kuitenkin sattunut tapauksia, jossa kaluston pyörä on suistunut kielisovitusalueella ja tässä skenaariossa kielen (ja myöskin pyörän) muodolla on valtava merkitys
- Näitä tarkastustapoja käytettäessä on siis herännyt kysymys, voiko kieli kulua niin, että pelkät raidelevyiden tarkastusmitat eivät yksin kerro riittävästi kielen kulumisen kriittisyydestä ja suistumisriskistä.
- Suurien nopeuksien ja kuormitusten 60E1-vaihteissa kielien kulumisen seuraukset ovat entistäkin kriittisempiä, joten kielen muodon kehitystä tulisi pystyä seuraamaan fyysisellä mittatulkilla, joka tarjoaa lisäinfoa nykyisten tarkastusmenetelmien tueksi.

Kielialueen suistumisskenaario

- Kun kieli kuluu, se saattaa muodostaa nopeastikin kriittisiä kontaktikulmia pyörän ja vaihteen kielen välille.
- Kuluneella kielellä pyörän ja kielen välinen kontakti voi muodostua lähelle pyörän laipan huippua, jossa suistumiskriteerin pyörän kiipeämiselle voidaan kirjoittaa muodossa:

$$\delta_{krit} < \tan^{-1} \frac{Y}{Q}$$

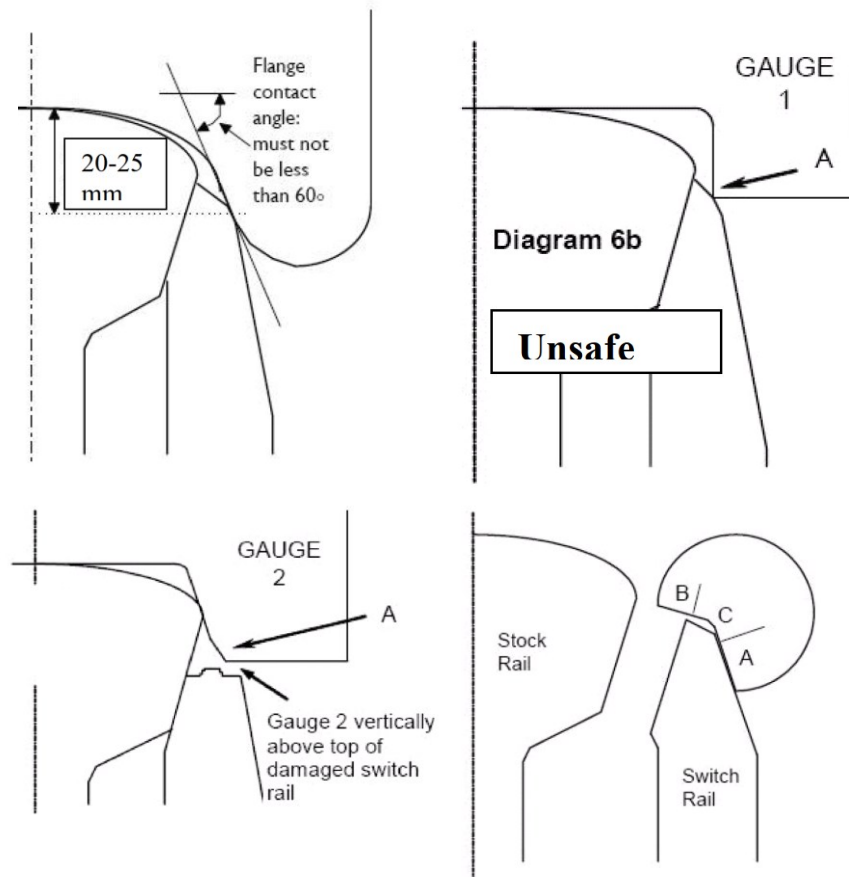
- Pyörän kiipeäminen kielen päälle on siis vahvasti riippuvainen kontaktissa vallitsevasta pysty- ja vaakavoima suhteesta (Y/Q-suhte).
- Valitettavasti Y/Q-suhteet ovat vaihteissa usein hyvin suuria johtuen tiukoista poikkeavan reitin kaarresäteistä (200-300 m).
- Tutkimuksessa käytetyn kuluneen kielen ja uuden S1002-pyöräprofiilin välinen kontaktikulma oli pahimmillaan ainoastaan 30°. Tämä tarkoittaa oheisen kaavan mukaisesti, että Y/Q-suhte 0,57 riittää nostamaan pyörää tässä kohtaa kielisovitusta.
- Tällainen Y/Q-suhte on hyvinkin realistinen usealla eri kalustolla ja varsinkin pitkällä telirakenteella varustetuissa 3-akselisissa teleissä.
- Uuden S1002-pyöräprofiilin kohdalla kontaktikulmat kasvavat liikuttaessa kohti vaihteen kielen kantaa, joka tutkimuksien mukaan estää varsinaisen suistumisen. Mutta kuluneella pyörällä tällaiset kontaktikulmat voivat johtaa suistumiseen huomattavasti nopeammin.
- Pelkästään raidelevyeyden mittaamisella ei pysty havaitsemaan kielen muodosta johtuvaa kontaktikulman muutosta, joten uusia parempia työkaluja tarvitaan kielen kunnon arvioimiseen.



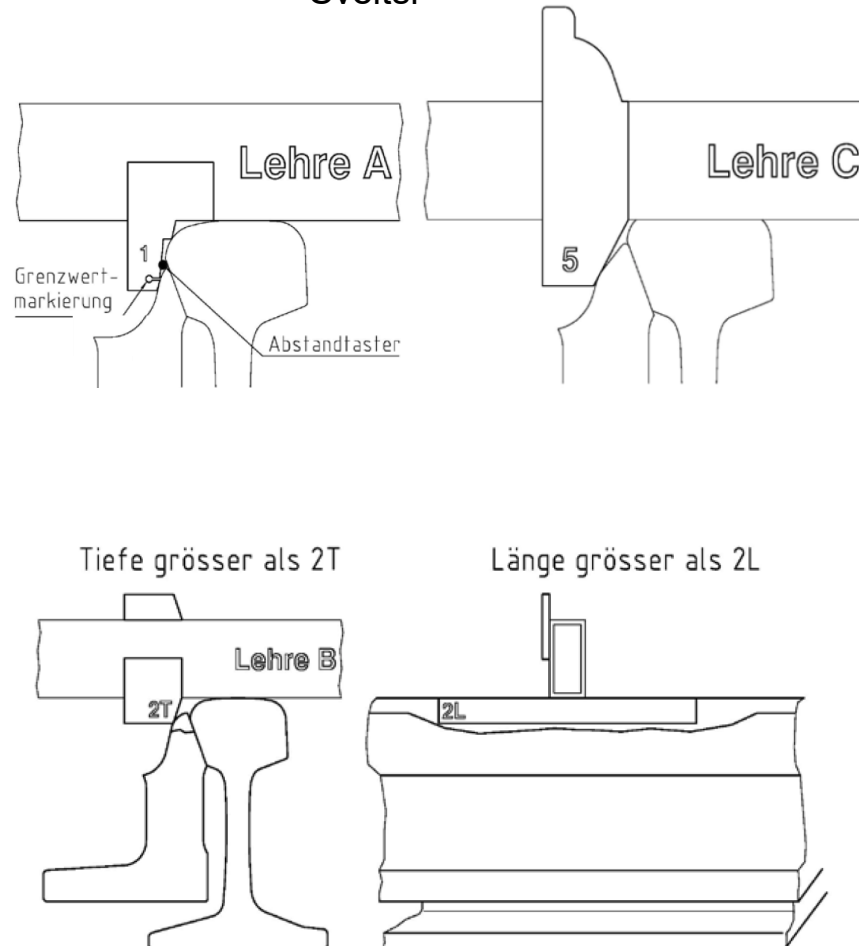
Kielen mittatulkkien kehitys maailmalla

- Tutkimukset osoittivat, että vaihdealueen kielisovituksen muodon arviointiin on kehitelty monia mittatulkkiratkaisuja useissa eri maissa. Lopulta näissä mittatulkeissa on kuitenkin hyvin paljon yhtäläisyyksiä.

Iso-Britannia



Sveitsi

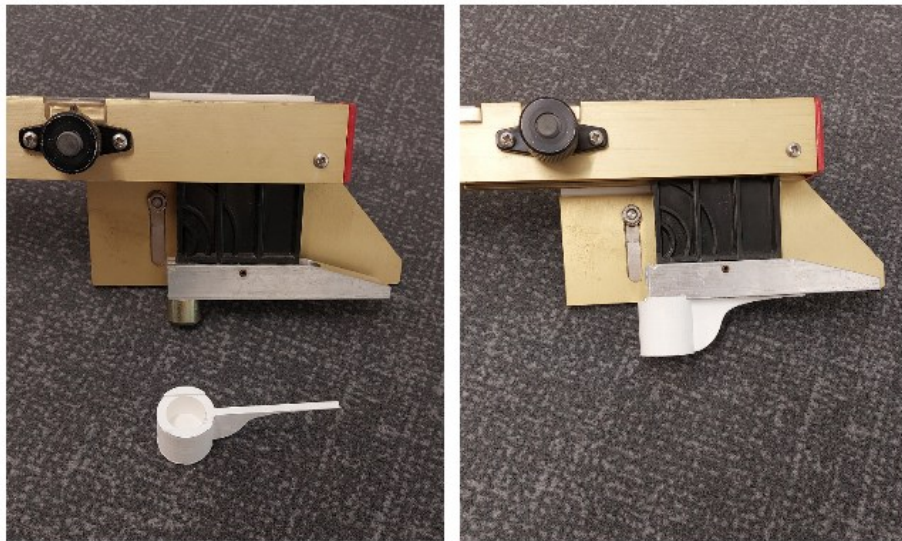


Yhdysvallat



Projektissa kehitetyn mittatulkin kokeilu

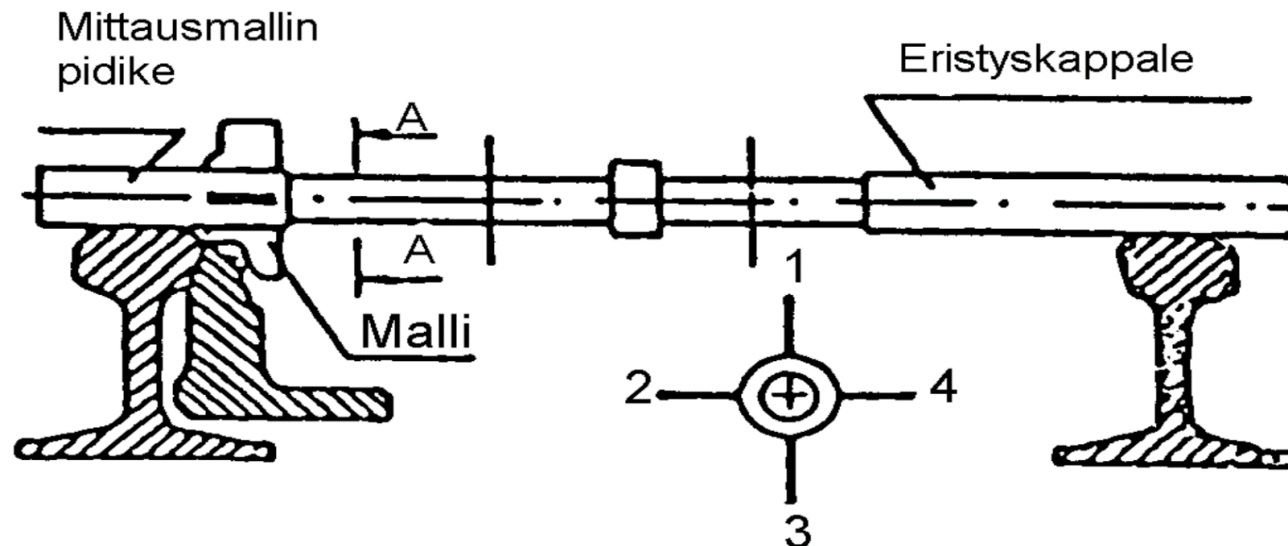
- Vaihteen kielialueen kulumisen arvioinnin työkalujen tärkeimmät ominaisuudet on niiden havainnollisuus, ymmärrettävyys ja käytettävyys.
- Nämä ominaisuudet mielessä pitäen tässä projektissa haluttiin kokeilla UIC:n ohjeissa määritellyn S1002-pyöräprofiilin muotoisen tulkin soveltuvuutta kielen kulumisen arviointiin. Tulkkiin tehtiin UIC:n ohjeiden mukaisesti merkkiviiva 60° kontaktikulman kohdalle jonka katsottiin olevan tässä testivaiheessa sopiva raja kriittiselle kontaktille.
- Tällainen tunnettu muoto lisää tarkastustoiminnan ymmärrettävyyttä ja yksi selkeä raja-arvo helpottaa tulkintaa hyvän ja huonon välillä.
- Tämä pyörän muoto 3D-tulostettiin ja kiinnitettiin raideleveysmittaan, jotta sillä päästiin tekemään testimittauksia.



Vaihteen numero	Vaihteen asento	Pyörän ja tulkin välinen kontaktikulma [°]			
		Kielen kärki	Pölkky 2	Pölkky 3	Pölkky 4
V053	Suora	-	70	60	-
	Poikkeava	-	55	50	70
V054	Suora	-	60	-	-
	Poikkeava	-	60	50	-
V062	Suora	-	-	70	80
	Poikkeava	-	40	40	40
V160	Suora	-	-	60	70
	Poikkeava	70	60	-	70
V171	Suora	-	70	70	70
	Poikkeava	70	35	40	-

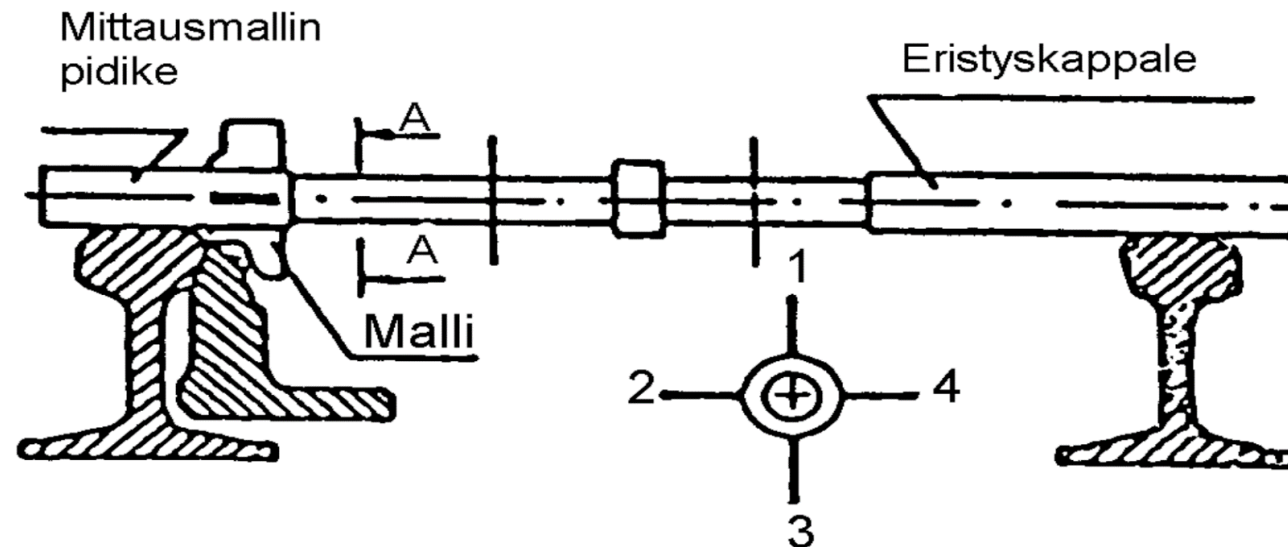
RATO 12 ohjeen mittatulkki

- Edellä mainittuihin Nummelinin työssään suosittelemiin muotoihin perustuva mittatulkki on nykyisinkin olemassa ja sitä käytetään jatkuvasti RATO 12 ohjeen mukaisesti osana vaihteen kielisovituksen muotoiluhiontaa vanhemmissa 54E1-vaihteissa.
- Ongelma on kuitenkin se, että Väyläviraston nykyinen ohjeistus ei ole edellyttänyt riittävän selkeästi näiden tulkkien käyttöä osana normaalia kunnossapitotarkastusta. Tulkit ovat siis olemassa, mutta niitä on käytetty vasta siinä vaiheessa, kun kielisovitus on silmämääräisessä kunnossapitotarkastuksessa todettu olevan hionnan tarpeessa. Muodon kriittisyys on siis perustunut yhä silmämääräiseen arvioon.
- Tämän tutkimuksen tulosten perusteella näitä ohjeita ollaan nyt tarkentamassa ja varsinkin kriittisintä mittatulkin muotoa 1 ollaan ottamassa aktiivisesti käyttöön myös kunnossapidossa.
- Myös S1002-pyörän muotoisen tulkin käyttöä voidaan tämän projektin perusteella suositella käytettäväksi, sillä se on hyvin havainnollinen työkalu, jolla näkee suoraan, kuinka kriittinen pyörän ja kielen välinen kontakti juuri tällä hetkellä on kontaktikulman suhteen. Se ei myöskään ole aivan yhtä kriittinen tulkki kuin esimerkiksi nykyisen mittatulkin muoto 1.



Diplomityö tulkkien 2-4 käytöstä 60E1-vaihteessa

- Kuten edellä todettiin, nykyinen RATO12 ohjeistaa mittatulkin käyttöä ainoastaan 54E1-vaihteissa.
- Tätä tulkkia on jossain vaiheessa yritetty myös kunnossapidon toimesta käyttää uudemmissa 60E1-vaihteissa, mutta se ei ole kokemusten mukaan ollut yhteensopiva oletettavasti kielen erilaisen nousun takia.
- Tätä epäsopivuutta ei ole kuitenkaan sen laajemmin tarkasteltu eikä 60E1-vaihteisiin ole missään kohtaa kehitetty vastaavanlaisia muototulkkeja, vaikka suistumisen kriittisyys on niissä aivan yhtä suuri.
- Maaliskuun alusta Terrassa on käynnistynyt diplomityö (Sauli Heinänen), joka tähtää näiden tulkkien 2-4 tarkasteluun 60E1-vaihteita varten.
- Tavoitteena on selvittää tarkemmin nykyisen mittatulkin ohjeperustaa ja sitä kautta ymmärtää, minkälaisia muutoksia nykytulkkkeihin pitää tehdä, jotta ne saadaan toimimaan 60E1-vaihteissa.
- Nykyinen kirjallisuusselvitys osoittaa jo sen, että nykyiset tulkitkin saattaisivat olla osittain päivityksen tarpeessa.



Tutkimuskeskus

TERRA Geo
Road
Rail

Kiitos!

Lisätiedot
riku.varis@tuni.fi