

# VAIHTEIDEN KUNNOSSAPITO SUOMEN RATAVERKOLLA

Henri Kosonen  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# VAIHTEIDEN KUNNOSSAPITO SUOMEN RATAVERKOLLA

Henri Kosonen  
Opinnäytetyö  
4.5.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma

Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto

Tuotantotekniikka

Työn tilaaja

Destia Rail Oy

Työn nimi

Vaihteiden kunnossapito Suomen rataverkolla

Avainsanat

Vaihteiden kunnossapito, vaihteiden tarkastukset, vaihteiden kunnossapitotyöt

Opinnäytetyö

Insinöörityö

Aika

Kevät 2011

Työn tekijä

Henri Kosonen

Sivuja

65

+

+

Liitteitä

4

Vaihteet ovat raiteen liityntäkohtia, joilla liikenne voidaan ohjata raiteelta toiselle. Vaihteiden kunnossapito onkin tärkeä osa rataverkon kunnossapitoa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä vaihteiden kunnossapitoon. Opinnäytetyössä perehdyttiin vaihteiden tekniikkaan, tarkastustoimintaan, kunnossapitoon sekä vaihteiden kunnossapidon ongelmiin.

Tutkimusmenetelmänä oli alan kirjallisuus. Lähteenä käytettiin enimmäkseen Liikenneviraston julkaisuja, joista kaikki ovat verkkojulkaisuja. Ratatekniset määräykset ja ohjeet olivat näistä merkittävimmät. Työn alussa tarkasteltiin Suomen rataverkkoa ja vaihteiden tekniikkaa. Näiden perustietojen avulla tutkittiin vaihteiden tarkastustoimintaa sekä vaihteiden kunnossapitotöiden vaiheita.

Opinnäytetyön perusteella voitiin todeta, että vaihteiden kunnossapidon tärkein tehtävä on pitää vaihteet junaliikenteelle turvallisessa kunnossa. Vaihteiden kunnossapito koostui tarkastustoiminnasta ja sitä seuraavasta kunnossapitotyöstä. Vaihteiden tarkastustoimintaan kuuluvilla mittauksilla varmistettiin vaihteen kunnan säilyminen turvallisen liikennöinnin vaatimalla tasolla. Silmämääräisellä vaihteen kunnan tarkastelulla selvitettiin vaihteen osien kunnossapitotöiden tarpeet ja aikataulut. Laadukkaalla ja oikea-aikaisella kunnossapidolla vaihteiden kunto säilyy hyvänä, käyttöhäiriöt vähenevät ja vaihteiden käyttöikä pitenee.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
1 JOHDANTO.....	5
2 SUOMEN RATAVERKKO.....	6
2.1 Rataverkon kehitys.....	7
2.2 Rataverkon kunto.....	7
2.3 Rataverkon investoinnit tulevaisuudessa.....	9
2.4 Kunnossapidon tilaaja ja toteuttaja.....	10
3 RAUTATIEVAIhteET.....	13
3.1 Suomen rataverkon vaihteet.....	13
3.2 Vaihdetyypit.....	16
3.3 Vaihteiden merkintä.....	18
3.4 Vaihdetekniikka:.....	19
4 VAIhteIDEN TARKASTUKSET.....	33
4.1 Tarkastusajankohdat.....	33
4.2 Tarkastusmenetelmät.....	34
4.2.1 Mittaus.....	34
4.2.2 Vaihteiden tarkastus.....	37
5 VAIhteIDEN KUNNOSSAPITO.....	41
5.1 Vaihteiden peruskunnossapito.....	42
5.1.1 Vaihteen geometrian kunnossapito.....	44
5.1.2 Teräsosien kunnossapito.....	45
5.1.3 Vaihdepölkkyjen kunnossapito.....	50
5.1.4 Kääntölaitteiden kunnossapito.....	52
5.1.5 Vaihteiden talvikunnossapito.....	54
5.1.6 Kunnossapito vaurio-tilanteissa.....	56
5.2 Vaihteiden erilliskunnossapito.....	56
5.3 Kunnossapidon ongelmakohdat.....	58
6 YHTEENVETO.....	60
LÄHTEET.....	62
LIITTEET.....	65

# 1 JOHDANTO

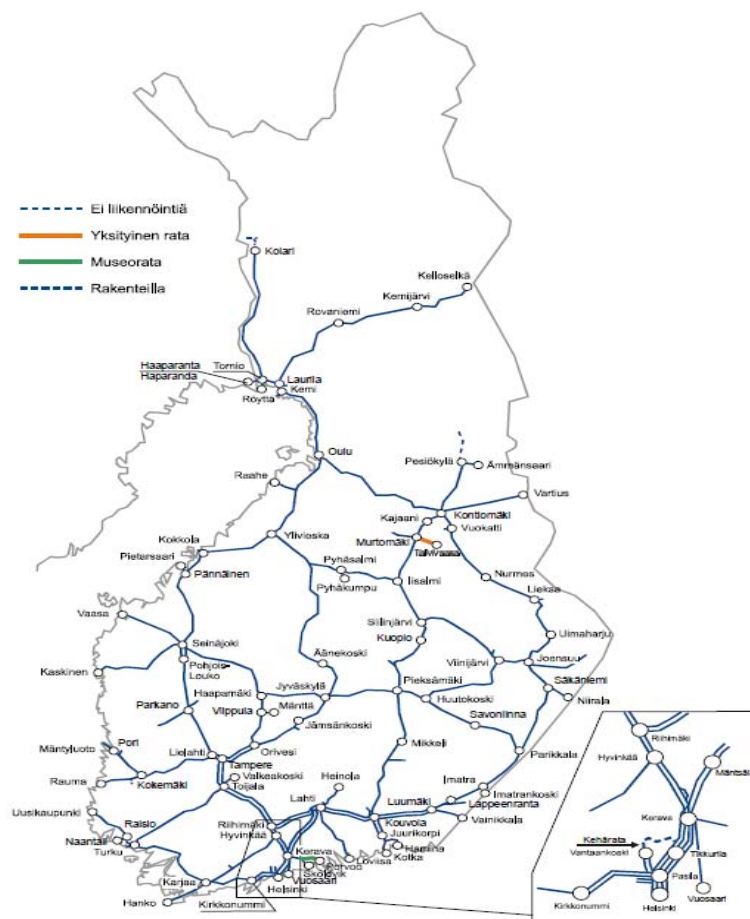
Rataverkon kunnossapidolla varmistetaan turvallinen liikennöinti. Kunnossapitoalueita Suomen rataverkolla on 12, joista ensimmäiset vapautuivat kilpailulle vuonna 2005. Rataverkon kunnossapidon yksi tärkeä osa on vaihteiden kunnossapito. Vaihteet ovat radan rakenteita, joita pitkin ja joiden kautta liikennöidään raiteelta toiselle, ja ovat siten hyvin tärkeitä koko rataverkon toiminnassa. (1, s.6.)

Opinnäytetyön päätavoite on selkeyttää rautatievaihteiden tarkastustoimintaa. Vaihteentarkastuksien selkeyttämiseen on tarkoituksena suunnitella selkeä malli tarkastettavista asioista. Kunnossapidon osalta täsmennetään sopimuksissa vaaditut vaihteiden kunnossapitotyöt. Työssä käydään läpi vaihteiden tarkastustoiminta ja kunnossapidon kulku ja perehdytään vaihteiden kunnossapidon ongelma-kohtiin.

Tämän insinööriyön toimeksiantaja on Destia Rail Oy, entinen Maansiirto Veli Hyyryläinen Oy, joka on 22.2.2007 lähtien ollut osa DESTIA-konsernia. Destia Railin päätoimialana on rautatieverkoston rakentaminen, korjaus ja kunnossapito. Destia Rail Oy toimii rataverkon kunnossapidon päätoteuttajana kunnossapitoalueilla 4, 7, 8 ja 10. Kunnossapitourakka sisältää muun muassa rataverkon kunnonvalvonnan, huollon ja korjauksen, joihin myös rautatievaihteet kuuluvat. (2.)

## 2 SUOMEN RATAVERKKO

Suomen rataverkon (kuva 1) rakennus aloitettiin vuonna 1862. Ensimmäinen rataosuus rakennettiin välille Helsinki–Hämeenlinna ja pituutta radalla oli 107 km. Radat rakennutti tuohon aikaan Suomen suurruhtinaskunta. Helsinki–Hämeenlinna-radon rakennusvaroja kerättiin muun muassa viinanpolttoverolla, kun kruunu ei juuri muualta rahaa saanut. Suomi oli tuolloin osa Venäjän valtakuntaa, jolloin alettiin käyttää venäläistä raideleveyttä (1 524 mm). Maailman yleisintä raideleveyttä 1 435 mm kutsutaan standardiraideleveydeksi. 1800-luvun lopulla junat oli Suomessa suunniteltu kulkemaan vain 25 kilometriä tunnissa. Matkanteko oli hidasta, mutta silti tuon ajan yleisintä kulkuneuvoa eli hevoskyytiä nopeampaa. (3.)



KUVA 1. Valtion rataverkko 2010 (4)

## 2.1 Rataverkon kehitys

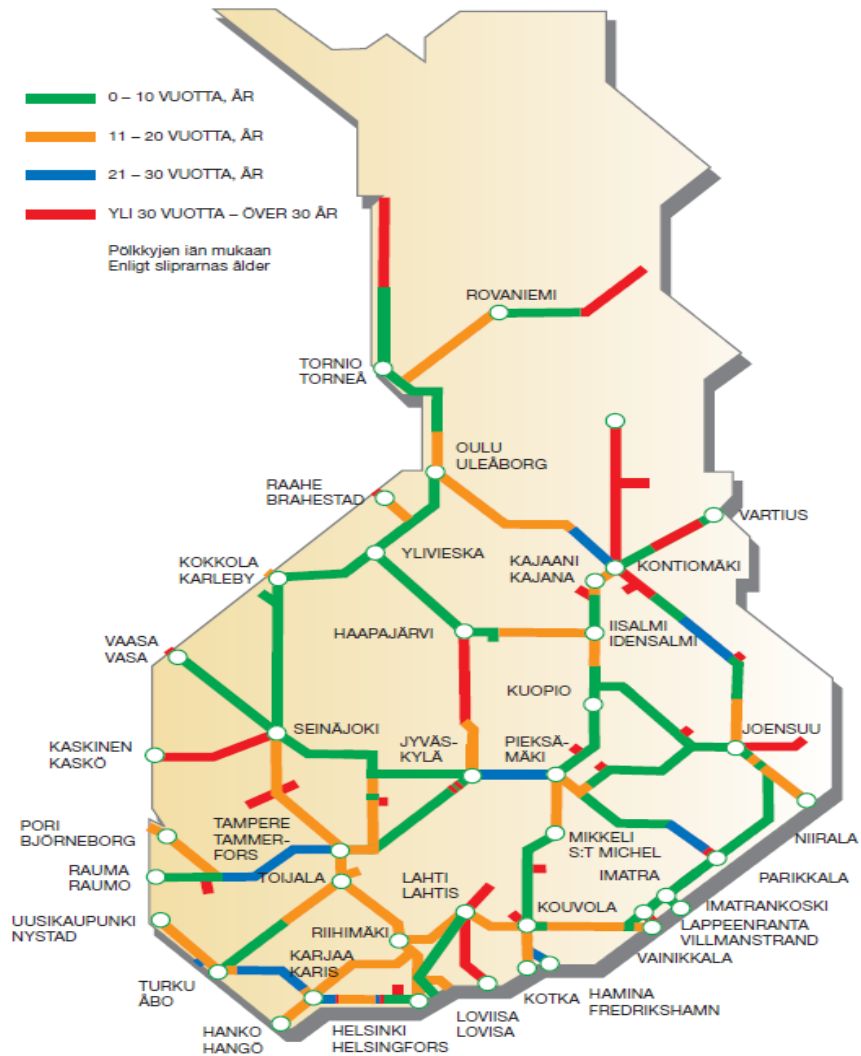
Pääosa rataverkosta rakennettiin vuosien 1850 ja 1900 välillä. Lähtökohtana oli saada tehokas kuljetusmuoto valmiiden tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetukseen. Suomessa oli menossa tällöin nopea teollistuminen. 1909 rautatiet veivät vihdoinkin myös Lapin pääkaupunkiin Rovaniemelle. Rautatie oli lähes ainoa kuljetusväline lähikaupunkeihin, sillä maanteitä ei silloin vielä ollut. (3.)

Vuonna 1965 alkoi laaja sähköistysprojekti. Myöhäisen aloituksen etuna oli, että voitiin käyttää uusinta eli 25 kV:n ja 50 Hz:n tekniikkaa, joka on vielä nykyäänkin käytössä. Nykyään parhaana tekniikkana pidetään kuitenkin 2x25 kV:n 50Hz:n tekniikkaa, jossa syöttöasemia tarvitaan puolet vähemmän. Sähköistämisen etuna on pienempi energiankulutus ja saasteettomuus. Sähköistys aloitettiin Helsingistä Kirkkonummelle vievällä rataosuudella. (3.)

Uusia rataosuuksia on tehty 1900-luvun lopulla melko vähän. Uusin rataosa on Kerava–Lahti-oikorata. Rautatiet olivat jonkinasteisessa lamassa 1900-luvulla, koska autojen uskottiin olevan tulevaisuuden kuljetusmuoto. Käsitystä on jouduttu tarkistamaan 1900-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa, sillä liikenneuhkat ja kasvava ympäristötietoisuus puoltavat rautateiden uutta nousua. (3.)

## 2.2 Rataverkon kunto

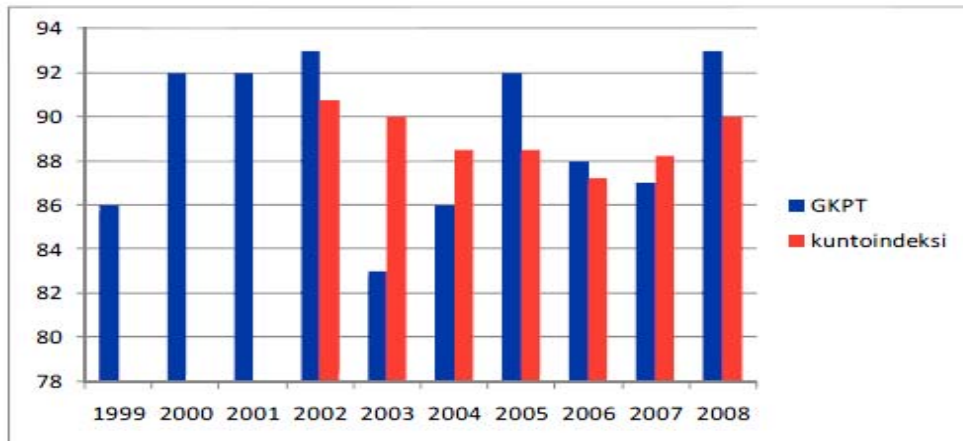
Rataverkon ikääntymistä voidaan hyvin kuvata sillä, että ratalinjojen päällysrakenteesta noin 30 % on yli 30 vuotta vanhaa (kuva 2), vaikka sen käyttöikä pidetään noin 30 vuotta. Ikääntyminen johtaa liikenne rajoituksiin ja rautatieliikenteen kustannusten kasvuun (4, s. 10). Rataverkon kunnossapitoon käytetään vuosittain noin 145 miljoonaa euroa. (5.)



KUVA 2. Päällysrakenteen ikä vuonna 2010 (4, s. 19)

Päällysrakenteen ja erityisesti tukikerroksen ikääntyminen heijastuu liikennöitävyyteen vaikuttavaan rataverkon geometriseen kuntoon (GKPT), joka on hie­man heikentynyt (kuva 3) viime vuosina (6, s. 35). Ratapihoja on ylläpidetty pääasiassa tehostetulla kunnossapidolla. Useilla alueilla kuitenkin vanhentunut turvalaitetekniikka, erityisesti ratapihojen liikenteenohjaukseen käytettävät ase­tinlaitteet, ovat ikääntyneitä, eikä niiden kunto vastaa kehittyvän tavaraliikenteen tarpeita. (6, s. 36.)

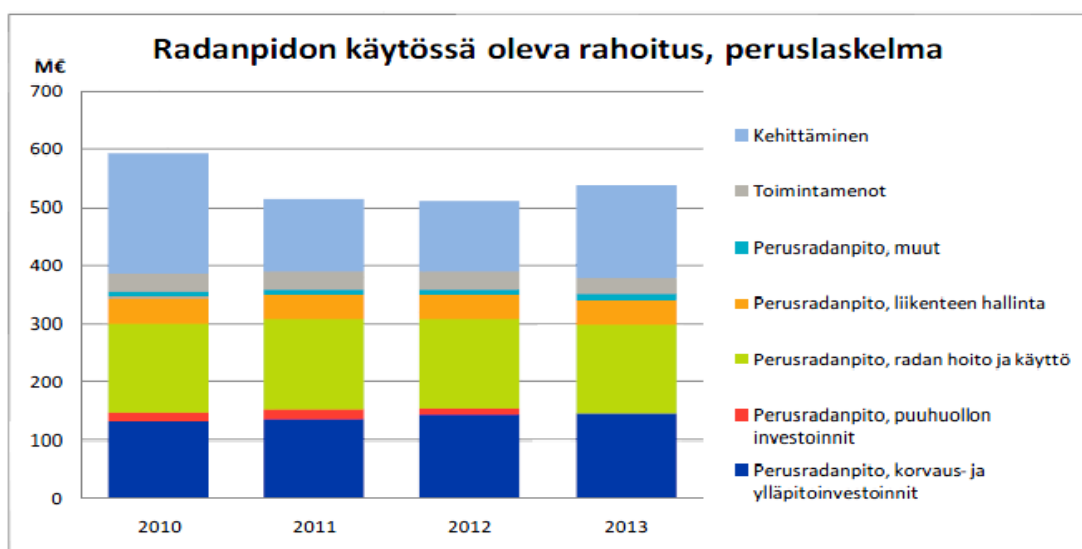




KUVA 3. Rataverkon geometrisen kunnan kehitys (6, s. 35)

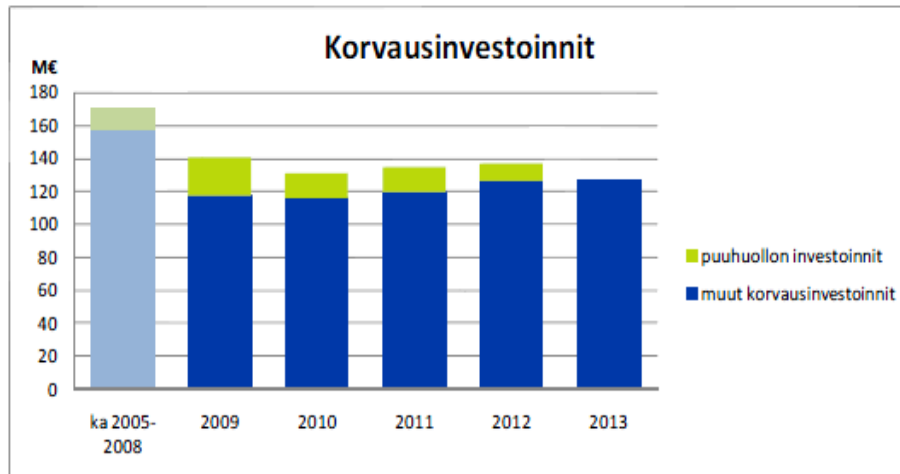
## 2.3 Rataverkon investoinnit tulevaisuudessa

Niukka rahoitus merkitsee sitä, että ratojen kunto ja palvelutaso paranevat tavoitetta hitaammin. Kehittämiseen käytetään toiminta- ja taloussuunnitelma kaudella keskimäärin 151 M€/v, toimintamenoihin 30 M€/v ja perusradanpitoon 358 M€/v (kuva 4). Perusradanpidon rahoituksesta voidaan kohdistaa korvausinvestointeihin tulevaisuudessa ainoastaan 135 M€/v, joka on 40 M€ pienempi kuin vuosien 2005-2008 korvausinvestointitaso (kuva 5). Perusradanpidon rahoituksen alhaisuus merkitsee sitä, että korvausinvestointeja voidaan tehdä huomattavasti suunniteltua vähemmän. (6, s. 61-62.)



KUVA 4. Radanpidon menojen jakauma vuosina 2010-2013 (6, s. 61)

Korvausinvestoinneista suurin osa on päällysrakenteen uusimista, joka tulee ajankohtaiseksi yleensä 30-40 vuoden välein. Päällysrakenteen uusiminen nykytekniikan mukaiseksi on perusedellytys nopeustason ja akselipainon nostolle. Vuoteen 2020 mennessä on myös korjattava lähes kaikki isot tavaraliikenteen ratapihat, mikä on suuri haaste. (6, s. 68-69.)



KUVA 5. Käytettävissä oleva rahoitus korvausinvestointeihin (6, s. 62)

## 2.4 Kunnossapidon tilaaja ja toteuttaja

Rataomaisuuden haltija ja kunnossapitourakan tilaaja eli Liikennevirasto (kuva 6) on liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva virasto. Liikennevirastoon yhdistyivät 1.1.2010 Merenkululaitoksen väylätoiminnot, Ratahallintokeskus sekä Tiehallinnon keskushallinto. Laki valtion rataverkosta, radanpidosta ja rataverkon käytöstä annettiin 5.1.1995. Lain tarkoituksena on edistää rata-verkon käyttöä kansantalouden kustannusten alentamiseksi tarjoamalla kilpailukykyinen liikenneväylä rautatieyritysten käyttöön. Liikennevirasto hallinnoi rata-verkkoa siihen kuuluvine laitteineen, rakenteineen ja maa-alueineen. Radanpittäjänä se huolehtii rautatieliikenteen liikenneturvallisuudesta ja radanpitoon liittyvistä viranomaistehtävistä. Radanpidon rahoituksesta päättää eduskunta valtion talousarvion yhteydessä. Valtion ratoja ylläpidetään ja rakennetaan talousarviossa osoitettujen määrärahojen sallimissa rajoissa. (7.)



KUVA 6. Liikenneviraston organisaatiokaavio (8)

Liikennevirasto on tilaajavirasto, joka ostaa radanpidon, kiinteistönhoidon, liikenteenohjauksen sekä käyttökeskuspalvelut palvelut ulkopuolisilta yrityksiltä. Liikenneviraston rataverkko-osaston keskeisimmät tehtävät ovat perusradanpito, johon kuuluvat kunnossapito ja korvausinvestoinnit, muun muassa päällysrakenteen uusiminen ja turvalaitetyöt. Toinen hyvin tärkeä tehtävä on rataverkon kehittäminen, johon kuuluvat esimerkiksi sähköistys, automaattisen kulunvalvonnan ratalaitteet, tasoristeysten poisto, lisäraiteet sekä uudet radat. (9, s. 4.)

Suomen rataverkolla on yhteensä 12 kunnossapitoaluetta (kuva 7). Destia Rail Oy voitti tarjouskilpailun Ylä-Savon rataverkon (alue 8) kunnossapitourakasta ja se käsittää Iisalmi-Kuopio-Pieksämäki-välisen rataosuuden. Kunnossapitoalueen 8 viisivuotinen sopimuskausi alkoi 1.11.2010 (2). Rataa urakka-alueella on kaikkiaan noin 541 km. Kunnossapitoalueen 8 rataosuuksilla on yhteensä 467 vaihdetta (1, s. 6.)

## Kunnossapitoalueet

- Alue 1: Uusimaa
- Alue 2: Lounaisrannikko
- Alue 3: (Riihimäki)–Seinäjoki
- Alue 4: Rauma–(Pieksämäki)
- Alue 5: Haapamäen tähti
- Alue 6: Savon rata
- Alue 7: Karjalan rata
- Alue 8: Ylä-Savo
- Alue 9: Pohjanmaan rata
- Alue 10: Keski-Suomi
- Alue 11: Kainuu–(Oulu)
- Alue 12: (Oulu)–Lappi



KUVA 7. Rataverkon kunnossapitoalueet (5)

## 3 RAUTATIEVAIHTEET

Vaihde on raiteiden liityntäkohta, jossa liikenne voidaan ohjata raiteelta toiselle. Vaihteisiin kuuluvat myös raideristeykset, joissa kaksi raidetta risteää toisiaan (10, s. 7). Erilaisia vaihdetyyppejä ovat yksinkertaiset vaihteet (YV), kaksoisvaihteet (KV), risteysvaihteet (KRV) ja raideristeykset (RR). Yksinkertaisiin vaihteisiin kuuluvat myös kaarrevaihteet ja tasapuoliset vaihteet. Tavallisimpia vaihteita ovat suorat yksinkertaiset vaihteet, joissa suorasta perusraiteesta haarautuu kaareva poikkeava vaihde. (10, s. 7.)

Suomen rataverkolla, liikenneviraston omistamilla alueilla, oli vuoden 2009 lopussa yhteensä 5 626 vaihdetta ja 43 raideristeystä (4, s. 10). Destia Rail Oy:n kunnossapidossa on näistä vuoden 2011 alussa 1 629 vaihdetta. Lisäksi koko suomen rataverkolla on vielä yksityisten omistamia vaihteita noin 2 475. Vuonna 2009 vaihteita asennettiin liikennöitäville raiteille yhteensä 176 kpl, joista 146 kpl oli uusia vaihteita ja 30 kpl kunnostettuja vaihteita. Vaihdeomaisuuden arvo laskettuna nykyarvona materiaalin mukaan on noin 228,5 M€ ja uushankinta-arvo noin 336,8 M€. (1, s.1.)

### 3.1 Suomen rataverkon vaihteet

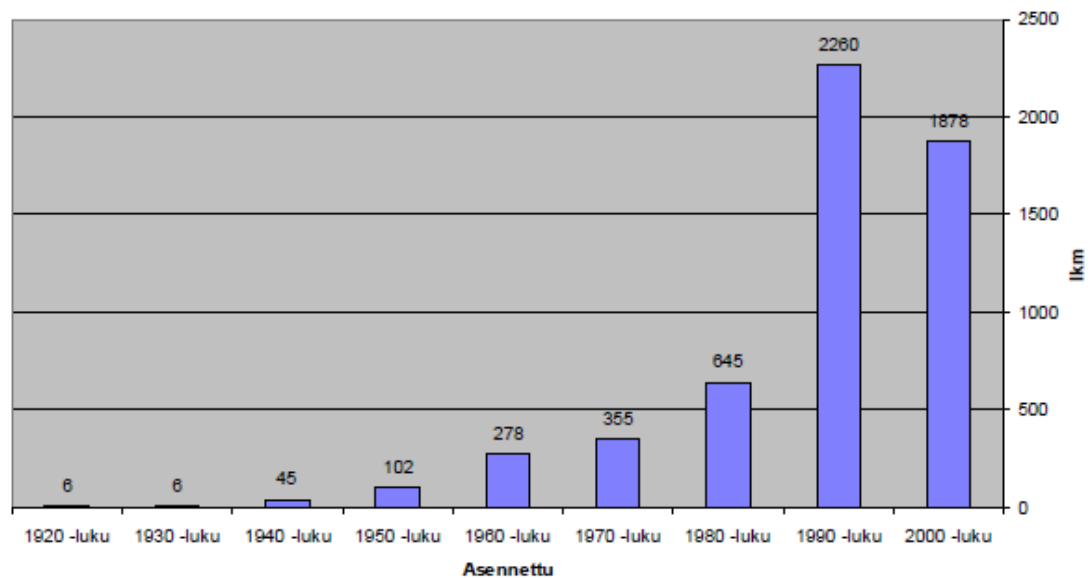
Rautatievaihteen patentoi vuonna 1832 Charles Fox. Ennen yleistä sähkön saatavuutta, voimakkaan liikenteen alla olevat vaihteet käännettiin radan varteen rakennetuista vaihdekopeista. Vaihdekopeissa oli järjestelmä, joka koostui kamista ja vivuista, jonka avulla vaihteet käännettiin. Vivuilla käännettiin myös opastimien merkkejä. Lopulta mekaaniset järjestelmät, asetinlaitteet, tulivat markkinoille. Asetinlaitteilla mahdollistettiin se, että vaihteita pystyttiin kääntämään vain raiteille joille junien ohjaaminen oli turvallista. Vielä tänäkin päivänä mekaanisia asetinlaitteita voi olla käytössä hiljaisilla rataosuuksilla. (11.)

Suomen rataverkon rakentamisen alkuvuosina vaihteiden kiskopainoja oli useita vaihdellen 22:n ja 35 kg/m:n välillä. Ensimmäinen K30-kiskotyyppin vaihde otettiin käyttöön vuonna 1912 ja vuonna 1922 aloitettiin K43-kiskopainoisten vaihteiden valmistus Suomessa. Raskaampien 54E1-kiskotyyppin vaihteiden valmis-

tus alkoi Suomessa vuonna 1961 ja 60E1:n vuonna 1998. Nykyisin suurin osa vaihteista (76,3 %) on kiskopainoltaan joko 54E1 tai 60E1. (1, s. 9.)

Rekisterin mukaan **vanhimmat vaihteet** Suomen rataverkolla ovat 1920-luvulla asennettuja (kuva 8). Näin vanhoja vaihteita on vielä yhteensä 6 kappaletta ja ne sijaitsevat Mukkulassa ja Viinijärvellä. 1930-luvulla asennettuja vaihteita on myös jäljellä vain 6 kappaletta Hyrynsalmella, Kairokoskella ja Niinisalossa. 1940-luvulla asennettuja vaihteita on yhteensä 45 kappaletta, joista suurin osa sijaitsee Pohjois-Suomessa. (1, s. 11.)

Asennusvuodella tarkoitetaan sitä vuotta, jolloin vaihde on asennettu raiteeseen sille paikalle, jolla se tällä hetkellä sijaitsee. Nykyisistä vaihteista 58 % on asennettu vuosina 1995-2009. Vaihteet ovat olleen radassa nykyisellä paikallaan keskimäärin 16,9 vuotta. (1, s. 11.)



*KUVA 8. Nykyisten vaihteiden asennusvuosi 1920-2009 (1, s. 12)*

**Vaihteiden kuntoa** seurataan tarkastus- ja mittaustoiminnalla. Odotettavissa olevaan käyttöikään vaikuttavat pääosin liikenteen kokonaiskuormitus sekä vaihteen rakenne ja geometria. Kulumisen lisäksi vaihteen kunto heikkenee väsymällä, kun riittävän suuri liikennemäärä aiheuttaa virheitä vaihteen komponenteissa. Raiteessa raideseppelin ja kiskon kestoikä arvioidaan näiden yli kulkeneiden bruttotonniin perusteella. Uusien betoniratapölkkyjen käyttöikä on 40 vuotta ja puuratapölkkyjen 20-40 vuotta. (1, s. 15.)

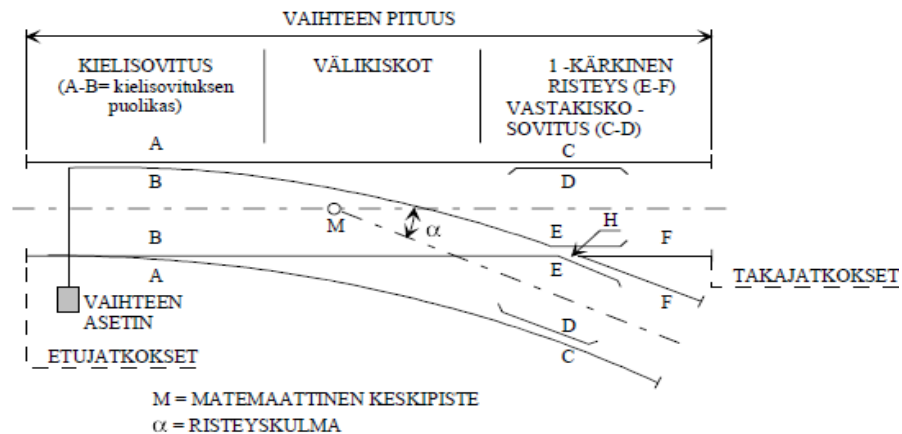
Vaihteissa erityisesti runsas poikkeavan suunnan raskas liikenne kuluttaa ulko-kaaren kiskoja huomattavasti nopeammin erityisesti välikiskoalueella, jolloin kisko saattaa kulua loppuun jo kahdessa vuodessa. Vaihteen bruttotonnit jäävät usein selvästi pienemmäksi kuin rataosan muulla raideosuudella liikkunut kuoritus. Toisaalta runsas vaihtotyöliikenne saattaa kasvattaa vaihteen yli kulke-neita bruttotonneja suuremmaksi kuin rataosalla yleensä. (1, s. 15.)

Vaihteiden kunnon edellyttäessä perusteellista kunnostusta, vaihde korvataan uudella. Kaikkien vaihdettavaksi esitettyjen vaihteiden virhepisteillä seurataan vaihteiden kunnon kehitystä. Vuonna 2009 kaikkien vaihdettavaksi esitettyjen vaihteiden virhepisteiden summa oli 6 180 pistettä, joka oli 97 pistettä vähemmän vuoteen 2008 verrattuna. Tällöin virhepisteiden keskiarvoksi muodostui 11,6 pistettä. Kunnossapitoalueen 8 osalta virhepisteiden keskiarvossa tapahtui vuonna 2009 merkittävää kasvua. Tätä keskiarvoa kasvatti Pieksämäki – Suonenjoki välillä vuodelle 2014 vaihdettavaksi esitettyjen vaihteiden korkea virhepistemäärä. (1, s. 1.)

Jotta vaihteiden kunto säilyisi liikenteen edellyttämässä kunnossa, tulisi koko Suomessa vaihteita uusia noin 190 kpl vuodessa. Vuosittain kunnostetaan keskimäärin 60 vaihdetta, jolloin uusien vaihteiden hankintatarve korvaaviksi vaihteiksi on noin 130 vaihdetta vuodessa. Rahoitustarve on tällöin noin 18 M€ vuodessa. (1, s. 1.)

### 3.2 Vaihdetyypit

**Yksinkertaisen vaihteen pääosat** (kuva 9) ovat kielisovitus, vaihteen asetin, välikiskot, 1-kärkinen risteys ja vastakiskosovitukset. Vaihdealueeseen kuuluu vielä lisäksi vähintään 50 metrin alue vaihteen molemmilla puolilla. (10, s. 7-8.)



KUVA 9. Vaihteiden pääosat (12, s. 7)

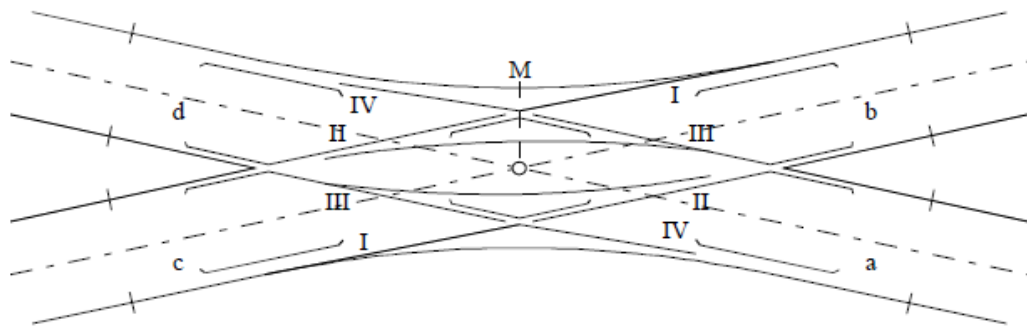
Tukikiskot ja kielet muodostavat siis kielisovituksen, kun puolestaan risteys ja vastakiskosovitukset muodostavat risteysalueen. Yksityiskohtaisemmin vaihde voidaan siis jakaa seuraaviin osiin (10, s. 7-8):

- A = Tukikiskot
- B = Kielet
- C = Vastakiskojen tukikiskot
- D = Vastakiskot
- E = Siipikiskot
- F = Kärkikiskot, jotka muodostuvat risteuksen kärkiosasta ja siihen hitsatuista jatkekiskoista
- M = Vaihteen matemaattinen keskipiste
- H = Risteuksen matemaattinen risteyspiste, eli risteuksen kulkureunojen leikkauspiste
- $\alpha$  = Risteuskulma, joka ilmaistaan usein tangenttina, esimerkiksi 1:9.



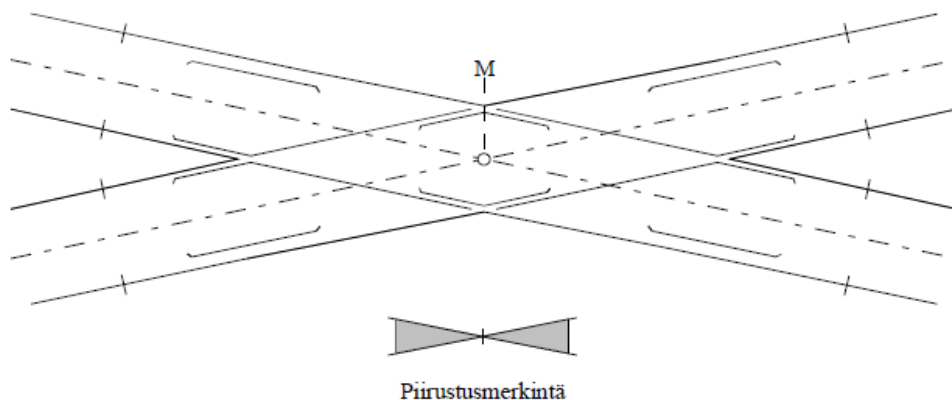
Vaihteen etupää on se pää, jossa kielten kärjet ovat. Kielisovitukset ja risteykset rajautuvat etu- ja takajatkoksiin. Vaihteen pituus lasketaan suoran raiteen puolelta kielisovituksen etujatkoksesta risteuksen takajatkokseen. Yhdessä yksinkertaisessa vaihteessa on kaksi kielisovitusta. (10, s. 9.)

Kaksipuolisessa **risteysvaihteessa** (KRV) on neljä kulkumahdollisuutta. Siinä on neljän tyyppisiä kielisovitusta, jotka kukin on nimetty numeroilla I, II, III ja IV (kuva 10). (12, s. 12.)



KUVA 10. KRV-vaihteen kielisovitusten numerointi (12, s. 13)

**Raideristeyksillä** (RR) tarkoitetaan kahden raiteen risteyskohtaa (kuva 11). Raideristeyksessä on neljä risteystä, joista kaksi on 2-kärkistä ja kaksi 1-kärkistä risteystä. 2-kärkisiä risteyskohtia esiintyy vain risteysvaihteissa ja raideristeyksissä (KRV ja RR). (12, s. 13.)



KUVA 11. Raideristeyks (12, s. 13)

### 3.3 Vaihteiden merkintä

Käytetään vaihteen merkinnästä esimerkkinä vaihdetta YV54-200N-1:9-O/V (12, s. 14):

- YV tarkoittaa vaihdetyyppiä. Muita tyyppejä ovat YV, TYV, KV, YRV, SKV, UKV, KRV, RR ja SRR).
- 54:lla tarkoitetaan kiskon metrin matkalle kohdistuvaa kiskopainoa. Käytössä olevia kiskopainoja ovat 33, 43, 54 ja 60.
- 200:lla tarkoitetaan poikkeavan raiteen kaarresädettä.
- N:llä ilmaistaan, onko vaihteen raideleveys levitetty. Mikäli vaihdetyypillä on versioita sekä raidelevityksellä että ilman sitä, N-kirjaimella ilmaistaan, ettei vaihteessa ole levitystä.
- 1:9 on vaihteen risteuksen risteyssuhde.
- O tai V on vaihteen poikkeavan raiteen puoleisuus, vaihteen etujatkolta tarkasteltuna.

**Suurin sallittu nopeus** vaihteen poikkeavalla raiteella voidaan laskea teoreettisesti (kaava 1). Suurin sallittu nopeus määräytyy vaihteen teknillistaloudellisten kunnossapitoseikkojen ja vaihdekaaren aiheuttaman nykäyksen perusteella. (12, s. 23.)

$$V = 2,9\sqrt{R}$$

KAAVA 1

V = nopeus

R = vaihdekaaren säde

Lyhyissä vaihteissa suurin sallittu nopeus poikkeavalla raiteella on 35 km/h. Pitkissä vaihteissa nopeudet (taulukko 1) vaihtelevat 70-140 km/h välillä. Suurimmat sallitut nopeudet ovat isompia suoran raiteen puolella (taulukko 2). (12, s. 23.)

TAULUKKO 1. Poikkeavan raiteen nopeus pitkissä vaihteissa (12, s.23)

Vaihdetyyppi:	Nopeus poikkeavalle raiteelle [km/h]
YV43-530-1:12/1:15	70
YV54-900.1:15,5	80
YV60-900-1:15,5/1:18	80
YV54-1600-1:25	110
YV60-5000/2500-1:26	140

TAULUKKO 2. Suoran raiteen nopeus vaihteissa (12, s.24)

Vaihteet	Nopeus [km/h]	Vaihteet	Nopeus [km/h]
K30-risteysvaihteet ja raideristeykset	30	K60-vaihteet	50
K30-vaihteet	70	K43-, 54E1- ja 60E1-risteysvaihteet suoraan ajettaessa	90
K43-, 54E1- ja 60E1- raideristeykset	90	K43-vaihteet	110
54E1-kaksoisvaihteet	120	Pitkät 54E1-vaihteet	140
Lyhyet 54E1-vaihteet	160	Lyhyet 60E1-vaihteet	200
Pitkä 60E1-vaihteet	>200		

### 3.4 Vaihdetekniikka

Vaihteen rakenteen tulee täyttää seuraavat perusvaatimukset: Kielen asennon tulee olla tukeva ja kielen on liityttävä tiiviisti tukikiskoon myös silloin, kun vaihte on junan kuormituksen alaisena. Vaihteen tulee kääntyä kaikissa olosuhteissa. Vaihteen osien tulee olla kestäviä ja mahdollisimman pienin kustannuksin kunnossapidettävissä. Jos vaihteessa on pieni virhe, se ei saa suistaa junaa radalta. Kun junan kulkee vaihteessa, täytyy sen liikkua kulkusuunnasta, akselipainosta tai nopeudesta riippumatta, pehmeästi ja sykäyksettömästi. Vaihteen pitää olla varusteltavissa, esimerkiksi talvikunnossapidon tarpeita varten. (12, s. 25.)

Linjalla pyöriä ohjaa ja pitää kiskoilla lähinnä pyörien kartiomainen muoto, tätä sanotaan **kiskopyöräyhteydeksi**. Suoralla raiteella pyörien laipat toimivat lähinnä vain varmistuksena pyörien putoamista vastaan. Vaihteissa, erityisesti kielisovituksissa, vastakiskosovituksissa ja 2-kärkisissä risteyksissä, pyörien laipat ohjaavat junaa. (12, s. 20.)

Suomalainen kalusto on mitoitettu raideleveydelle 1 524 ja venäläinen kalusto on mitoitettu 1 520 mm:lle. Tämän takia kalustojen pyöräkerroissa on suomalaisen ja venäläisen kaluston välillä 5 mm:n ero ja siksi vaihteissa, erityisesti risteys-vastakiskosovituksissa joudutaan tekemään kompromisseja, jotta molemmat pyöräkertatyypit kulkisivat vaihteesta mahdollisimman tasaisesti ja turvallisesti. (12, s. 20.)

60E1-vaihteissa on 1:40:een kallistus koko matkalla. Poikkeuksena ovat ennen vuotta 1994 valmistetut vaihteet, joissa kallistusta ei ole. Uusien vaihteiden **kiskoprofiilina** käytetään ainoastaan 54E1- ja 60E1-kiskoja. K43-vaihteiden osia valmistetaan vain kunnossapitoa varten. (12, s. 25.)

Vaihteissa käytetään **kiinnityksiä** useita erilaisia kiinnityksiä (taulukko 3). Kiinnitykset vaihtelevat vaihdetyypin mukaan. (12, s. 26.)

TAULUKKO 3. Vaihteiden kiinnitykset (12, s. 26-27)

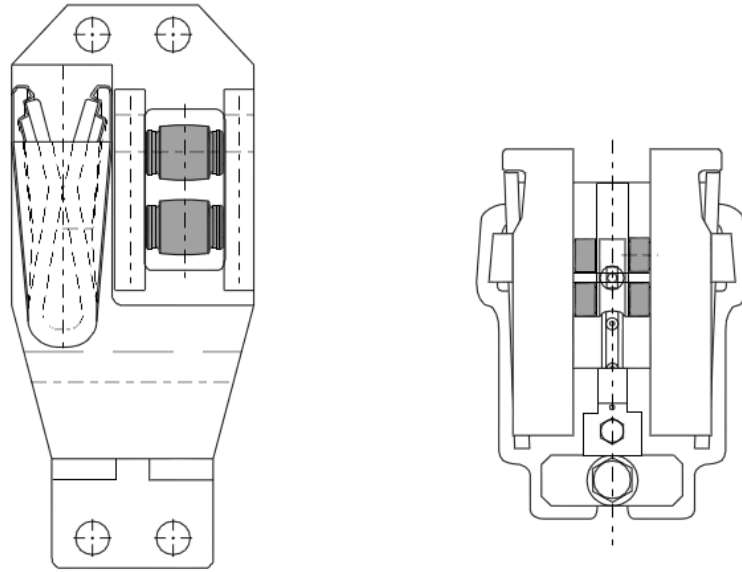
Vaihde	Kiinnitys	Käyttöalue
60E1-vaihteet	Ski-kiinnitys (Ski 3-, Ski 3w- tai Ski 12-jousilla)	Aina
54E1-vaihteet	Ski-kiinnitys (Ski 3-, Ski 3w- ja Ski 12-jousilla)	Raskaasti kuormitetut raiteet. Myös raiteet, joilla $V \geq 120$ km/h
Pitkät 54E1-vaihteet	Ski- tai vinokiila-kiinnitys (Ski 3-, Ski 3w- ja Ski 12-jousilla tai vino-kiiloilla)	Raiteet, joilla $V \leq 140$ km/h
60E1- ja 54E1-vaihteet	IBAV-kiinnitys	60E1- ja 54E1-vaihteiden kielisovitus-ten tukikiskojen sisäpuolella
60E1- ja 54E1-vaihteet	IFAV- tai Ski 12 – kiinnitys	60E1- ja 54E1- vaihteiden vastakiskojen tukikiskojen sisäpuolella
54E1- ja K43-vaihteet	K-kiinnitys	Raiteet, joilla $V \leq 120$ km/h
K43- ja K30-vaihteet	JTR-kiinnitys tai Suora raideruvi-kiinnitys	Raiteet, joilla $V \leq 100$ km/h
K30-vaihteet	Ratanaulakiinnitys	

**Vaihdealuslevyt** (taulukko 4) ovat valssattuja, valettuja tai taottuja. Vaihteen kielialueella vaihdealuslevyt toimivat myös liukualusena. Ennen kallistettujen aluslevyjä kallistukset tehtiin loveamalla pölkyt haluttuun kallistukseen. (12, s. 29). Vaihteissa kiskon ja vaihdealuslevyn välissä käytetään lisäksi välilevyjä. Poikkeuksena o kielisovitus alue, jossa niitä ei käytetä. (12, s. 28-30.)

TAULUKKO 4. Vaihdealuslevyt (12, s. 28)

Aluslevy	Tekninen tieto
AR43	K43, 1:20 kallistettu raideruuvikiinnitteinen aluslevy
AJR43	K43, 1:49 kallistettu Hey-Back aluslevy
AJR43-30	K43, 1:30 kallistettu siirtymäaluslevy
AJR43-60	K43, 1:60 kallistettu siirtymäaluslevy
KO	K43-vaihteiden pystysuora ripa-aluslevy
KO-4	K43-vastakiskon aluslevy
AJR54	54E1-1:40 kallistettu Hey-Back aluslevy
AJR54-80	54E1-kallistettu siirtymäaluslevy
R3	54E1-vaihteiden pystysuora ripa-aluslevy
R3-80	54E1-vaihteissa betonivaihdepölkyillä
IBAV54	54E1-vaihteiden kielisovitusten aluslevy, jossa on toisella puolella Ssb 2-jousikiinnitys
IFAV54	54E1-vaihteiden vastakiskosovitusten aluslevy, jossa on toisella puolella Ssb 2-jousikiinnitys
RPH6	60E1-vaihteiden 1:40 kallistettu ripa-aluslevy. Käytetään ennen vuotta 1994 valmistetuissa vaihteissa.
KAL60	60E1-vaihteiden 1:40 kallistettu ripa-aluslevy. Käytetään vaihteissa, jotka valmistettu vuoden 1994 jälkeen.
KAL60 A ja B	60E1-vaihteiden 1:40 kallistettu ripa-aluslevy, jota käytetään ahtaissa paikoissa, sillä yksi kulma on poistettu.
Urp206	60E1-vaihteiden pystysuora ripa-aluslevy
Urp206A	60E1-vaihteiden ahtaiden paikkojen pystysuora ripa-aluslevy.
Urp207	60E1-vaihteiden siirtymäripa-aluslevy.
IBAV60	60E1-vaihteiden kielisovitusten pystysuora aluslevy. Toisella puolella Ssb 2-jousikiinnitys.
IBAV-KAL60	60E1-vaihteiden kielisovitusten aluslevy 1:40 kallistuksella.
IFAV60	60E1-vaihteiden vastakiskosovitusten pystysuora aluslevy. Toisella puolella Ssb 2-jousikiinnitys.
IFAV-KAL60	60E1-vaihteiden vastakiskosovitusten aluslevy 1:40 kallistuksella

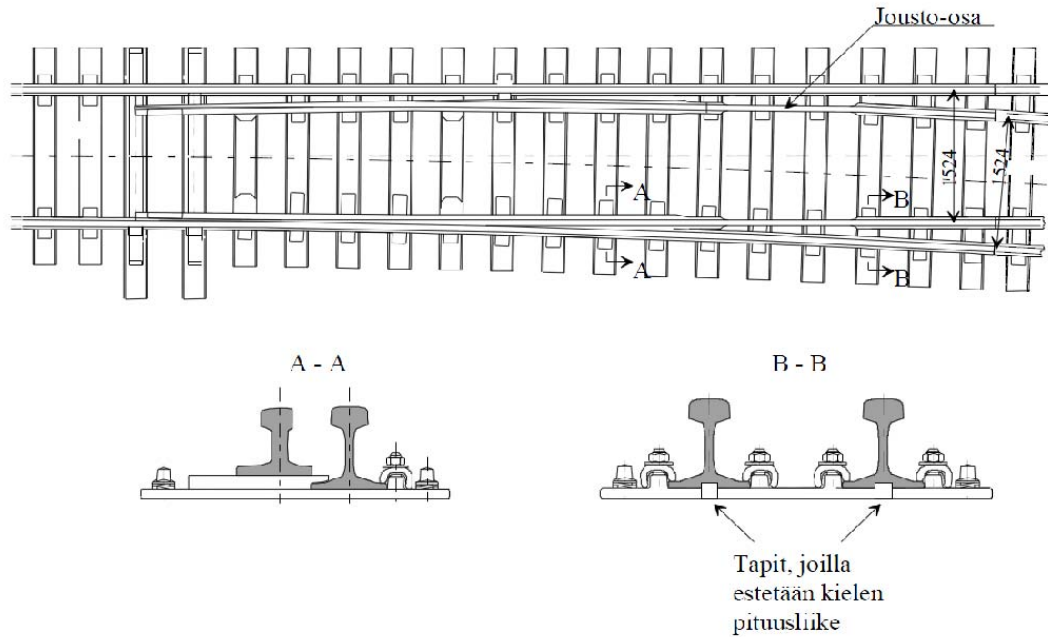
Kielialueella on myös **rullalaakerialuslevyjä** (kuva 12). Rullalaakerialuslevyjen tarkoituksena on vähentää kitkaa kielen ja aluslevyn välillä vaihdetta käännettäessä. (12, s.29.)



*KUVA 12. Rullalaakerialuslevyjä (12, s. 29)*

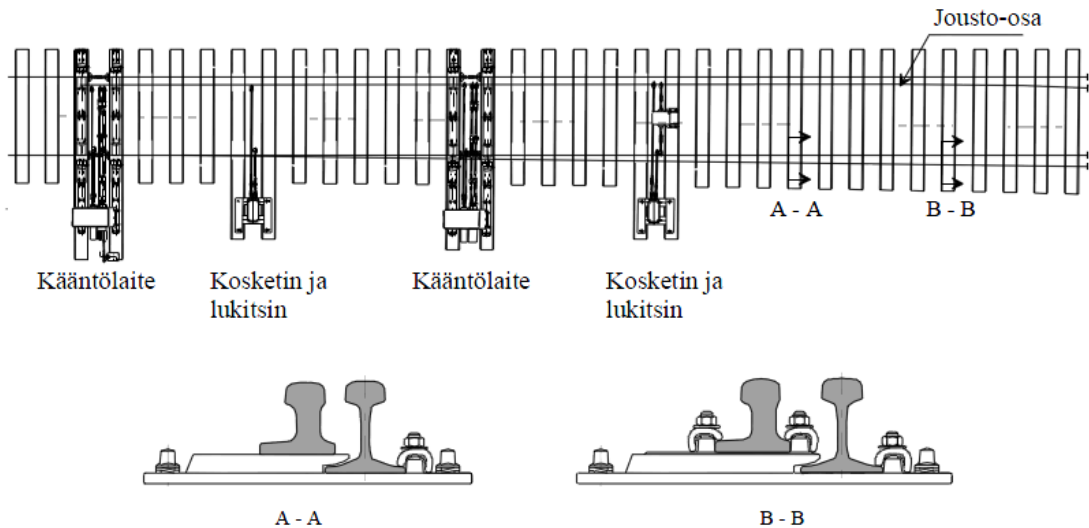
Kiinni olevan kielen tulee liittyä tukikiskoon koko matkaltaan. Sallittu välys on 2-4 mm, eivätkä kielen kannat saa vaelttaa tukikiskoon nähden. Kielen vaeltamisen havainnointia helpottamaan on osaan vaihteista kielten kärkien kohdalle tehty pistepuikkomerkinnot, joista voidaan tarkistaa kielen sijainti. Junan kulkiessa vaihteessa kieli saa tukensa tukikiskoon kiinnitetyistä tukitönkistä. 60E1-vaihteiden kielet ovat hitsaamattomia joustokieliä ja 54E1-vaihteissa kielet ovat joustokiskokieliä. Kaikki 60E1-vaihteiden **kielisovitukset** ovat lämpökäsiteltävä. 54E1-vaihteiden kielisovitukset puolestaan lämpökäsitellään tarpeen mukaan, erityisesti silloin, kun vaihde on kovan kuormituksen alaisena ja kuluminen on nopeampaa. (12, s. 30.)

Kaikissa 54E1-vaihteissa käytetään joustokiskokantaista kielirakennetta (kuva 13), jossa kielikiskon pää on taottu normaalikiskon muotoon ja siihen leimuhitsauksella on liitetty normaali jatkekisko. Leimuhitsin kohta täytyy vahventaa varmistussidekiskolla. (12, s. 31.)



KUVA 13. Joustokiskokantainen kielisovitus, vaihteen tyyppi YV54-200N-1:9-O (12, s. 31)

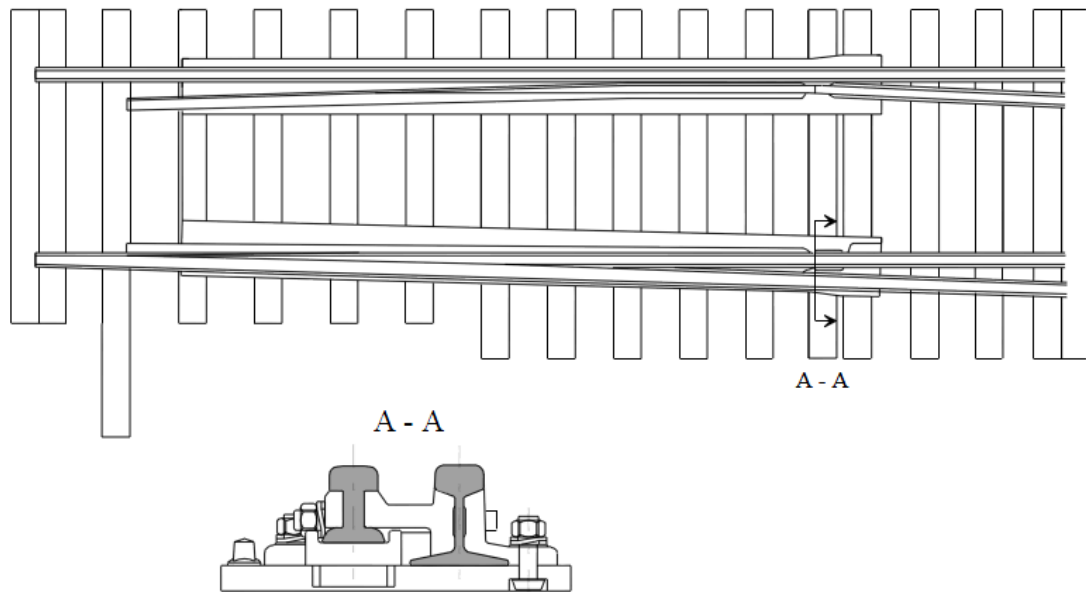
Joustokantaisia kieliä käytetään 60E1-vaihteissa (kuva 14). Joustokantaiset kielet ovat kokonaisuudessaan kielikiskoa, eikä jatkekiskoa ole. (12, s. 31.)



KUVA 14. Joustokantainen kielisovitus, vaihdetyyppi YV60-900-1:18-O (12, s. 32)

Nivelkantaisia kieliä (kuva 15) käytetään K30-, K43- sekä K60-vaihteissa. Kielet on valmistettu valssatusta kielikiskosta, joka on normaalia matalampi. (12, s. 32.)

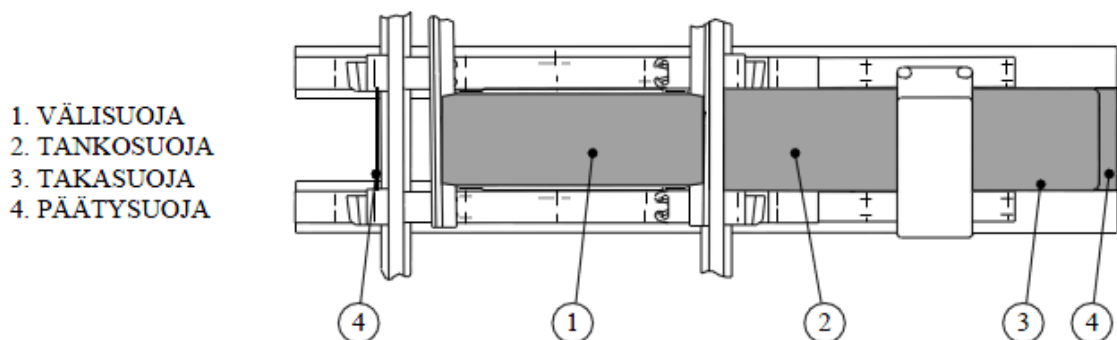




KUVA 15. Nivelkantaiset kielisovitukset, vaihteen tyyppi YV43-300-1:9 (12, s. 32)

Talvikunnossapidon keskeisimpiä teknisiä ratkaisuja ovat vaihteisiin asennettavat **lumisuojat ja lumensulatusjärjestelmät**. Niiden tarkoituksena on estää lumen pakkautumista vaihteen kriittisiin kohtiin ja mahdollistaa näin vaihteen kääntäminen. (12, s. 48.)

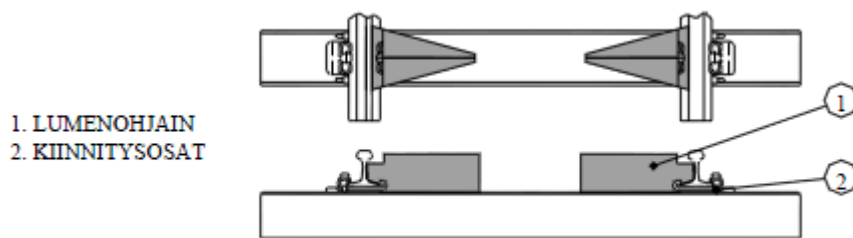
Vaihteen lumisuojat (kuva 16) asennetaan vaihteen kääntö- ja tarkistustankojen päälle suojaamaan niitä lumelta ja jäältä. Ne tehdään vesivanerista, lujitemuovista tai alumiinista. Suojat asennetaan vaihteen asetinpölkkyjen välisen alueen päälle. (12, s. 48.)



KUVA 16. Vaihteen lumisuojauskohteet (12, s. 49)

Vaihteen lumensulatusjärjestelmä toimii nykyään sähköllä. Sähkövastukset asennetaan vaihteen kielisovituksessa tukikiskoon kielien liikkuvan osan alueelle. Tukikiskon ulkopuolelle kiskon varsiosaan asennetaan polyuretaani lämpöeristeet. Kielisiin voidaan asentaa myös lämpösauvat ja myös tankokuoppiin voidaan asentaa lumensulatussauvat. (12, s. 49.)

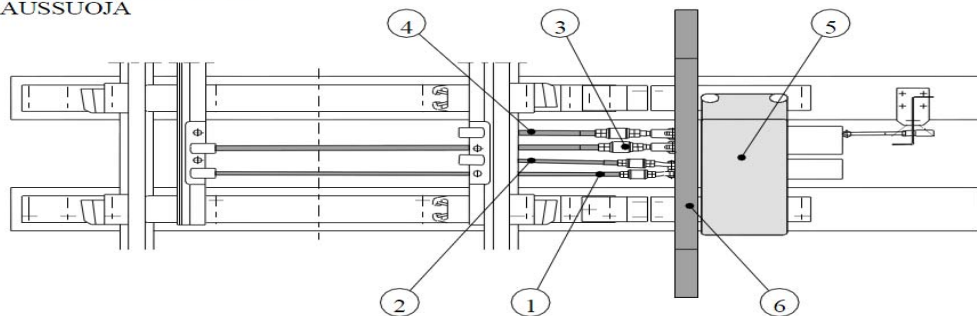
Tarvittaessa 60E1- ja 54E1-vaihteissa voidaan käyttää lumenohjainta (kuva 17), jonka tarkoituksena on ohjata pölyävä lumi pois kielisovituksen kärjestä. Lumenohjain kiinnitetään vaihteen kielisovituksen etupuolelle. (12, s. 50.)



KUVA 17. Vaihteen lumenohjaimet (12, s. 50)

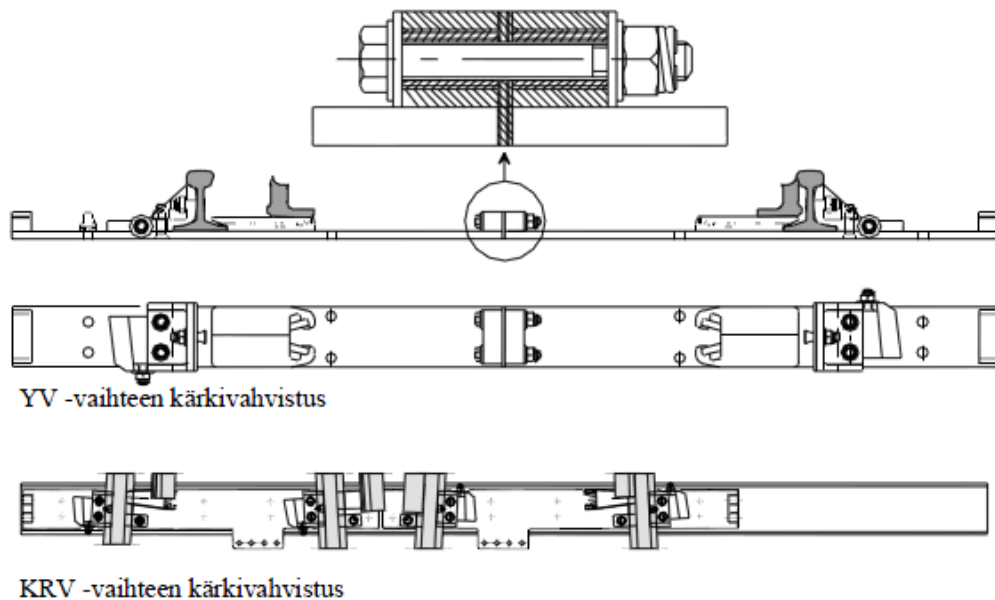
Vaihteen kieliä käännetään joko käsikäyttöisillä mekaanisilla, sähkömekaanisilla (kuva 18) tai sähköhydraulisilla **vaihteenkääntölaitteilla**. Kääntölaite muodostuu vaihteen lukosta, välitysmekanismista ja vaihteen asettimesta. Kielien pääteaseman varmistamista ja lukitsemista varten on usein myös omat komponenttinsa. (12, s.41.)

1. PITKÄ TARKISTUSTANKO
2. LYHYT TARKISTUSTANKO
3. PITKÄ KÄYTTÖTANKO
4. LYHYT KÄYTTÖTANKO
5. VAIHTEEN KÄÄNTÖLAITE
6. AURAUSSUOJA



KUVA 18. Vaihteen sähkökääntölaite (12, s. 43)

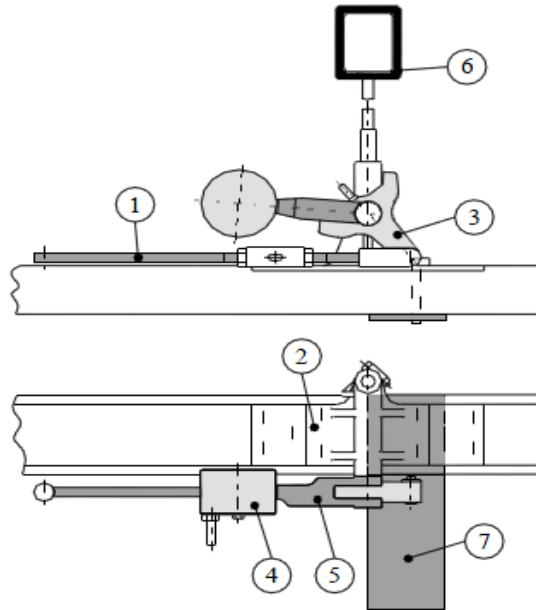
Kääntölaitteiden kohdalla, asetinpölkkyjen päällä, käytetään **kärki- ja välivahvistuksia** (kuva 19). Kärkivahvistuksen keskellä sijaitsevaa eristinrakennetta säätämällä voidaan muuttaa raidelevyettä. Kärkisovitukseen kuuluvilla kulmatuilla ja kiilaruuveilla voidaan säätää tukikiskon asemaa liukualuseen nähden. (12, s. 46.)



*KUVA 19. Vaihteen kärkivahvistus (12, s. 47)*

**Vaihtenasettimia** (kuva 20) käytetään käsin käännettävissä vaihteissa sekä raiteensuluissa. Asetin kiinnitetään asetinpölkkyyn. Vaihteen asettimen vastapainon avulla vaihde käännetään päteasentoonsa, jossa kielet pysyy vastapainon aiheuttaman momentin vaikutuksesta. Liike välittyy vivuston ja vetotangon välityksellä vaihteen kieliin. Vaihtenasettimessa on tarvittaessa varmistuslukko. (12, s. 41.)

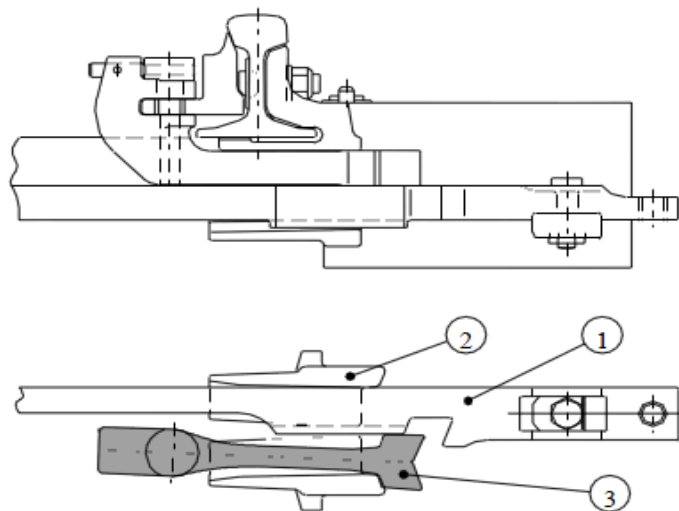
1. VETOTANKO
2. JALUSTA
3. ASETINVIPU
4. VASTAPAINO
5. KÄÄNTÖVIPU
6. VAIHTEENOPASTIN
7. TUKIRAUTA



KUVA 20. Vaihteenasetin (12, s. 42)

Kaikissa vaihteissa, joissa kielen lukittuminen pääteasemaansa tulee varmistaa, käytetään **vaihteenlukkoja**. Lukkotyyppejä ovat nivel-, kiila-, ja hakalukot sekä vaihteenkääntölaitteiden sisäänrakennetut lukot. Ulkoiset lukot tarvitsevat huomattavasti enemmän kunnossapitoa kuin sisäänrakennettu lukko. Kiilalukko (kuva 21) on yleisin ulkoinen lukko. Vaihteen kielisalvalla saadaan vaihteen kieli lukittua tukikiskoon ja sitä käytetään silloin kun esimerkiksi turvallisuussyistä vaihteen kääntäminen ei ole sallittua. **Vaihteenlukitsinta**, yleisimmin Railex-lukitsinta, käytetään vaihteissa, joissa halutaan varmistaa kielen kiinnittyminen tukikiskoon paremmalla tarkkuudella, erityisesti kantaosastaan. (12, s. 42-46.)

1. KÄYTTÖTANKO
2. PESÄ
3. KIILA



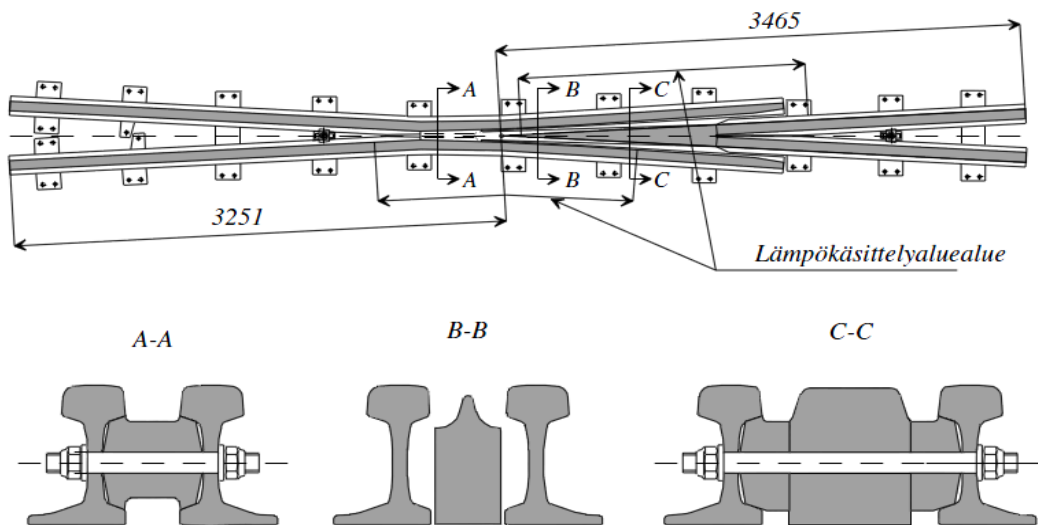
KUVA 21. Vaihteen kiilalukko ja sen osat (12, s. 44)

**Välikiskot** kiinnitetään kallistetuissa 60E1-vaihteissa aluslevyihin SKL-kiinnityksellä. 54E1-vaihteissa voidaan käyttää joko K- tai SKL-kiinnitystä. K43-vaihteiden yleisin kiinnitys on K-kiinnitys. K30- ja vanhemmissa K43-vaihteissa käytetään jousinaula- tai ratanaulakiinnitystä. Uusien lyhyiden 60E1-, 54E1- ja K43-vaihteiden välikiskot pitää olla esitaivutettuja. (12, s.40.)

**Risteyksessä** on aina kulkupinnan epäjatkuvuuskohta, minkä vuoksi pyörät iskevät risteyksen kärkeen. Siksi risteys onkin vaihteen kuluvin osa. Pyörän kulkiessa siipikiskolta risteyksen kärjelle pyörän kulkupinta siirtyy äkillisesti sivusuunnassa 60-80 mm. Usein risteyksissä on ongelmana kärjen liian suuri kuluneisuus. Yleisimmin tällöin risteyksen kärki on liian alhaalla siipikiskoon nähden. Myös siipikiskojen kuluneisuus aiheuttaa runsaasti kunnossapitotöitä. Siipikiskoille tehdäänkin usein ylikorotus (4-5 mm) jo valmistusvaiheessa (10, s. 70). Korotetulla siipikiskolla saadaan pyörä kulkemaan kärjen yli paremmin, jolloin risteyksen kärjen kuluminen on vähäisempää. (12, s. 34.)

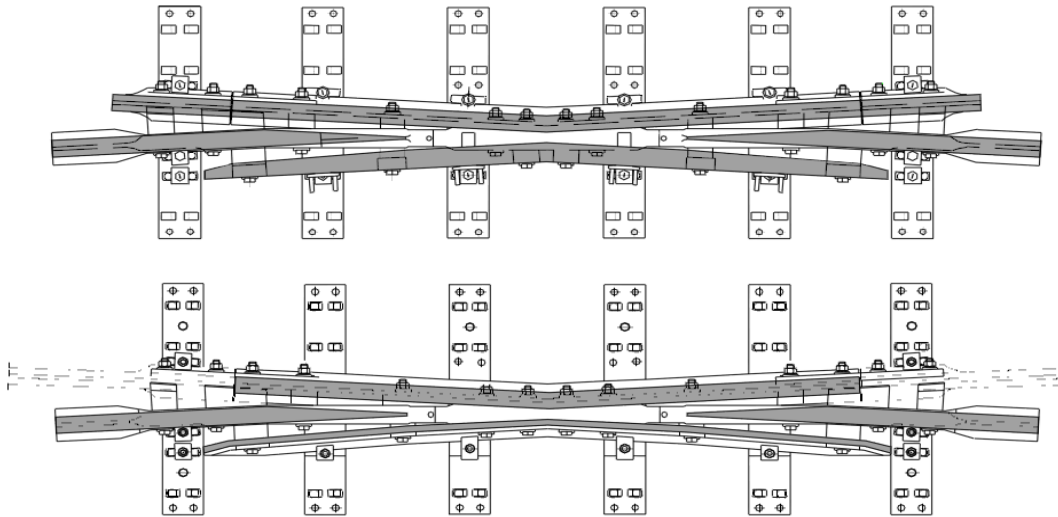
Risteykset voidaan jakaa kahteen tyyppiin, 1- ja 2-kärkisiin risteyksiin. Normaalien 1-kärkisten risteyksien lisäksi on olemassa kääntyviä 1-kärkisiä risteyksiä. 2-kärkisiä risteyksiä käytetään risteysvaihteissa ja raideristeyksissä. 1-kärkisiä risteyksiä käytetään kaikissa vaihdemuodoissa. (12, s. 33.)

**1-kärkisiä risteyksiä** (kuva 22) tehdään joko taotusta kärkiosasta, niin sanotulla yhtenäisellä ylimenoalueella, kiskosta, täyskiskosta tai mangaaniteräksestä valmistettuina.



KUVA 22. 1-kärkinen risteys taotulla kärkiosalla (12, s. 34)

**2-kärkiset risteykset** (kuva 23) valmistetaan täyskiskosta ja taotusta kärkiosasta, mangaaniteräksestä tai kiskosta (12, s.33-38).



*KUVA 23. 2-kärkinen risteys, vaihteen tyyppi KRV54-200-1:9 (12, s. 37)*

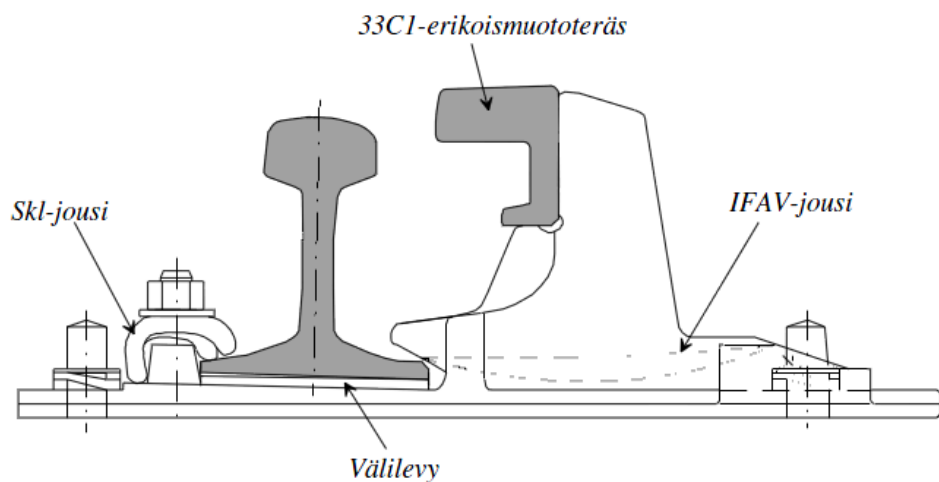
Risteystyyppiä on useita erilaisia sekä käyttökohteeltaan että teknisiltä ominaisuuksiltaan (taulukko 5). Risteystyypit vaihtelevat kiskopainon ja raiteen tyyppin mukaan. (6, s. 34-38.)

TAULUKKO 5. Risteystyytit (6, s. 34-38)

Risteystyyppi	Käyttökohde	Tekniset ominaisuudet
Taotusta kärkiosasta valmistetut 1-kärkiset risteykset	54E1-vaihteet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kärki taottu</li> <li>- jatkekiskot leimu- tai kaarijat-koshitsattu.</li> <li>- Siipikisko korotettu</li> <li>- Kuluvat osat lämpökäsitelty</li> </ul>
Yhtenäisellä ylimenoalueella olevat 1-kärkiset risteykset	54E1-vaihteet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keskiosa yhtenäistä rakennetta (öljykarkaistua erikoisterästä)</li> <li>- Jatkekiskot leimuhitsattu keski-osaan</li> </ul>
Täyskiskosta valmistetut 1-kärkiset risteykset	K43-1:9-, 1:9,514 ja 1:12-vaihteet, K43-1:7-vaihteet, 54E1-vaihteet, 60E1-vaihteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kärkiosa tehtiin aluksi kaarihit-saamalla kaksi täyskiskoa pi-tuussuunnassa yhteen</li> <li>- Myöhemmin leimuhitsaamalla</li> <li>- Siipikiskot ylikorotettu.</li> </ul>
Kiskosta valmistetut 1-kärkiset risteykset	K30-raideristeyksissä, K43-raideristeyksissä ja K60-raideristeyksissä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siipi- ja kärkikiskot on yhdistetty valurautausilla välitönkillä ja kuusioruuveilla</li> </ul>
Mangaaniteräk-sestä valmistetut 1-kärkiset risteykset	Pääraiteiden 54E1-vaihteet, joissa raskas kuormitus tai vilkas liikenne ja Pääraiteiden 60E1-vaihteet, joissa raskas kuormitus tai vilkas liikenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yhtenäinen keskiosa leimuhitsat-tu jatkekiskoihin.</li> <li>- Leimuhitsien välimateriaalina ruostumaton teräs</li> </ul>
Kääntyväkärkiset 1-kärkiset risteykset	Pitkissä 54E1- ja 60E1-vaihteissa, joiden risteyskulma on 1:25 tai loivempi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kärki kääntyy vaihteen siipikiskoa kohti, jolloin kulkupinta saadaan jatkuvaksi.</li> </ul>
Täyskiskosta ja taotusta kärkiosasta valmistetut 2-kärkiset risteykset	54E1-vaihteissa, 60E1-vaihteissa ja K43-vaihteissa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 54E1- ja 60E1-risteyksissä käytetään taottua kärkiosaa tai kokoa-naan täyskiskoa</li> <li>- K43-vaihteissa kärkikiskona käytetään täyskiskoa.</li> <li>- Kuluvat osat perlisöity tai liekki-karkaistu.</li> </ul>
Mangaaniteräk-sestä valmistetut 2-kärkiset risteykset	KRV54-200-1:9-vaihteista 14%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mangaanista</li> </ul>
Kiskoista valmistetut 2-kärkiset risteykset	K30-vaihteet ja K43-vaihteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polvi- ja vastakiskot liitetty vä-litönkillä ja kuusioruuveilla.</li> </ul>

**Vastakiskosovitus** (kuva 24) koostuu yksinkertaistettuna tukikiskosta, vastakiskosta ja tukikiskon kiinnityksestä. Vastakiskosovituksen tehtävänä on ohjata pyörät risteyksen siipikiskojen ja kärjen ohjauksettoman alueen ohi. Vastakiskon ja risteyksen kulkureunan tulee olla oikealla etäisyydellä toisistaan. Tämä oikea etäisyys (F-mitta) selviää kunkin vaihdetyypin vaihteiden tarkastusten mittaluvuista. (12, s.39.)

**Vastakiskot** tehdään joko 33C1-muototeräksestä, jota käytetään 60E1-, 54E1- sekä K43-vaihteiden vastakiskosovituksissa, tai kulmateräksestä, jota käytetään K30- ja K60-vaihteissa. Muototerästä käytettäessä vastakiskon vaatima tuki on joko valmiiksi aluslevyyn valettu yhtenäinen kappale tai aluslevyyn hitsattu kappale. Kulmaterästä käytettäessä vastakisko liitetään tukikiskoon välitönkillä ja kuusioruuveilla. Molemmissa kiinnitystapauksissa, vastakiskon aluslevyn on oltava erilainen verrattuna muihin vaihteen aluslevyihin. (12, s. 40.)

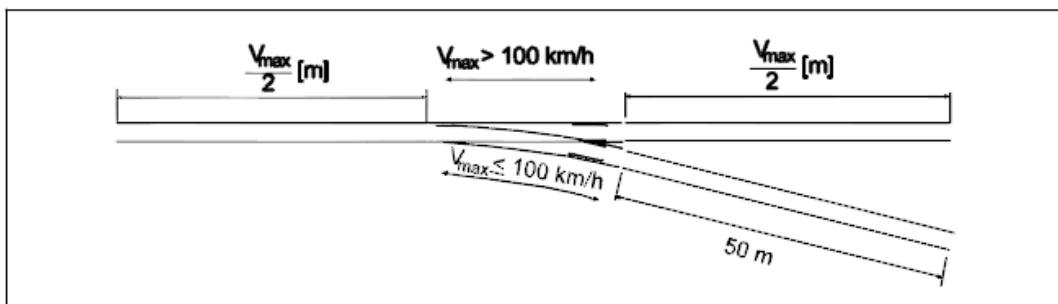


**KUVA 24.** Vastakiskosovituksen poikkileikkaus vaihdetyypille YV60-300-1:9 (12, s. 39)



## 4 VAIHTEIDEN TARKASTUKSET

Vaihteiden tarkastusten ja niitä seuraavilla kunnossapitotoimenpiteiden päätehtävänä on varmistaa vaihteiden liikenneturvallisuuden vaatima kunto. Vaihteen tarkastukseen kuuluvat mittaus ja vaihteen osien sekä tukikerroksen kunnan silmäääräinen tarkastus, eli kuntoarvio. Tarvittaessa tehdään myös tukikerroksen ja pohjakerroksen kairaus- ja maaperätutkimukset. Tarkastettavaan alueeseen itse vaihteen lisäksi kuuluu myös vaihteen molemmilla puolilla oleva vaihdealue, jonka suuruus on suhteessa suurimpaan sallittuun nopeuteen (kuva 25). Vaihdealue on kuitenkin aina vähintään 50 metriä. (13, s. 5.)



KUVA 25. Vaihdealue (13, s. 5)

### 4.1 Tarkastusajankohdat

Vaihteet tarkastetaan eri aikatauluilla. Tarkastusajankohtien tiheyteen vaikuttavat vaihteen suoralla raiteella suurin sallittu nopeus, vaihteen sijainti, liikenteen määrä ja vaihteen kulumisen nopeus. Vaihteet, joilla suurin sallittu nopeus suoran raiteen puolella on yli 120 km/h, tarkastetaan neljä kertaa vuodessa. Vaihteissa, joissa suurin sallittu nopeus on alle 120 km/h, mutta liikenne vaihteessa on huomattavan vilkasta ja vaihteiden kuluminen näin ollen nopeaa, vaihteet tarkastetaan myös neljä kertaa vuodessa. Muissa pääraiteissa ja niihin verrattavissa raiteissa vaihteet tarkastetaan kaksi kertaa vuodessa; keväällä ja syksyllä. Muissa raiteissa sijaitsevat vaihteet tarkastetaan joka toinen vuosi. (13, s. 5.)

Tiheämpiä tarkastuksia vaativat myös vaihteet, joilla rasitus on suurempaa kuin muualla. Yleensä näitä ovat esimerkiksi pääradan vaihteet, joissa liikennöidään

lähinnä vain poikkeavan raiteen kautta, laskumäkivaihteet ja kallistetut kaarrevaihteet. (13, s. 6.)

Pääraidevaihteet tarkastetaan vähintään kerran vuodessa laajennetusti, jolloin normaali tarkastuskohteiden lisäksi tehdään myös hitsaustekniset tarkastukset. Laajennetun tarkastuksen yhteydessä tehdään myös ”Vaihteiden tarkastuksen lisäpöytäkirja” (liite 1). Lisäpöytäkirjaa ei tarvitse tehdä, mikäli vaihteen kunto ei edellytä vaihteen vaihtoa viiden vuoden kuluessa. Lisäpöytäkirjat toimitetaan Liikennevirastolle, joiden avulla Liikennevirasto arvioi vuosittaisten hankintojen tarvetta. Sivuraiteissa lisäpöytäkirja tehdään aina vaihteiden normaalin tarkastuksen yhteydessä. (13, s. 5.)

## 4.2 Tarkastusmenetelmät

Vaihteiden tarkastus on suoritettava sellaisia menetelmiä ja laitteita käyttäen, että vaihteen turvallinen liikennöinti varmistuu (13, s. 7). Vaihteita tarkastavalla henkilöllä tulee olla myös vaihdepätevyys. Vaihdepätevyyden saamiseksi henkilön on suoritettava hyväksytysti koulutus, joka sisältää muun muassa vaihteita ja niiden asennusta koskevat määräykset ja ohjeet, töiden vaikutuksen laitteiden toimintaan ja junaliikenteeseen ja käytännön asennustyön, vianetsinnän ja -korjauksen valmiuden kohdelaitteissa. (14, s. 32.)

### 4.2.1 Mittaus

Jokaisella vaihdetyypillä on oma geometriansa, joka määrittää vaihteiden tarkastusten mittaluvut. Liitteessä 2 esitetyjä akuuttiarvoja ei saa ylittää. Jos akuuttiraja kuitenkin ylittyy, liikenne on pysäytettävä (13, s. 9). Vaihteen mittaus pitää tehdä luotettavalla mittalaitteella (13, s. 7). Mittalaitteena voidaan käyttää esimerkiksi analogista vaihdemittaa (kuva 26), digitaalista tallentavaa vaihdemittaa tai vaihteiden jatkuvamittauslaitetta. (15.)



KUVA 26. Analoginen vaihdemitta (15)

Vaihteen digitaalinen vaihdemitta (kuva 27) on rakenteeltaan samanlainen kuin analoginen vaihdemitta. Digitaalinen vaihdemitta mahdollistaa kuitenkin vaihteen mittauksen tallentamisen suoraan laitteen omaan muistiin. Digitaalinen vaihdemitta soveltuu hyvin yhden ihmisen käytettäväksi. (15.)



*KUVA 27. Digitaalinen vaihdemitta (15)*

Vaihteen jatkuvamittauslaitteella (kuva 28) vaihteen mitat tallentuvat jopa 5 mm:n välein. Mittaukset tallentuvat laitteeseen kuuluvaan mikrotietokoneeseen. Vaihteen jatkuvamittauslaite soveltuu hyvin yhden henkilön käytettäväksi. (15.)



*KUVA 28. Vaihteen jatkuvamittauslaite (15)*

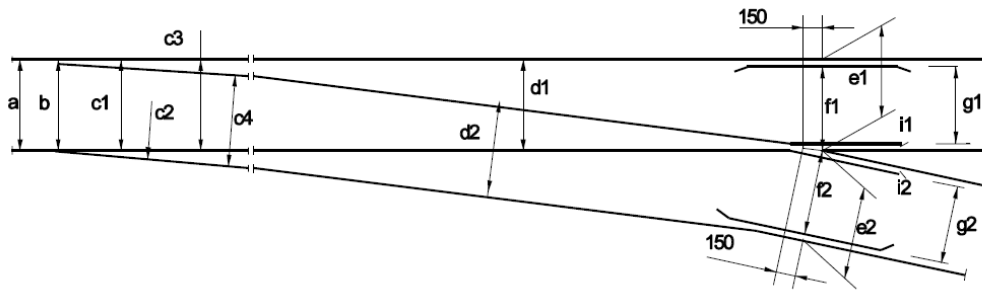
Mittaustulokset tallennetaan mittauspöytäkirjoihin tai mikrotietokoneelle. Kunnossapitäjä on velvoitettu säilyttämään mittauksien tulokset neljän viimeisen vuoden ajalta ja tiedot tulee toimittaa pyydettyä Liikennevirastolle. (13, s. 7.)

**Mittauskohteet** (kuva 29) yksinkertaisissa vaihteissa (liite 2) ovat

- vaihteen etujatkolta (a-mitta)
- kielen kärjen edestä (b-mitta)
- kielen keskikohdalta, suoran raiteen puolelta (c1-mitta)
- kielen keskikohdalta, poikkeavan raiteen puolelta (c2-mitta)
- kielen kannalta, suoran raiteen puolelta (c3-mitta)
- kielen kannalta, poikkeavan raiteen puolelta (c4-mitta)
- suurin lukema välikiskon puolesta välistä, suoran raiteen puolelta (d1-mitta)
- suurin lukema välikiskon puolesta välistä, poikkeavan raiteen puolelta (d2-mitta). (13, s. 9.)

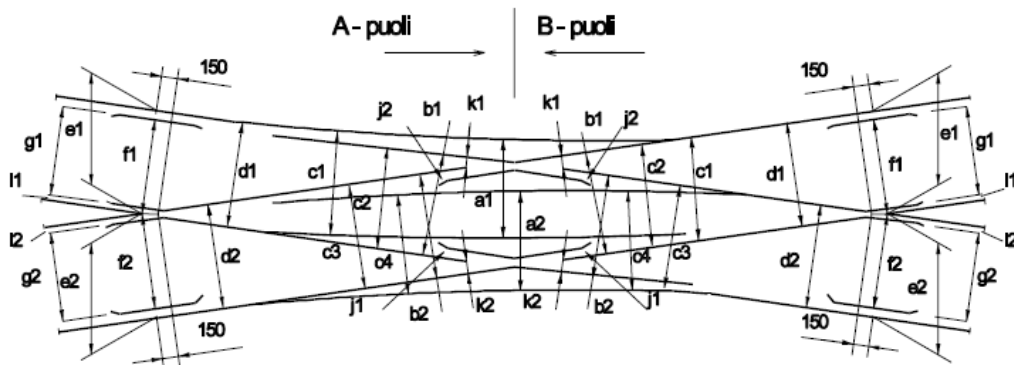
Risteysalueelta 150 mm:n päässä risteuksen kärjestä mittauskohteet ovat

- vastakiskosovituksen tukikiskon ja risteuksen kärjen väliltä, suoran raiteen puolelta (e1-mitta)
- vastakiskosovituksen tukikiskon ja risteuksen kärjen väliltä, poikkeavan raiteen puolelta (e2-mitta)
- vastakiskon ja risteuksen kärjen väliltä, suoran raiteen puolelta (f1-mitta)
- vastakiskon ja risteuksen kärjen väliltä, poikkeavan raiteen puolelta (f2-mitta)
- vastakiskon ja risteuksen siipikiskon väliltä, suoran raiteen puolelta (g1-mitta)
- vastakiskon ja risteuksen siipikiskon väliltä, poikkeavan raiteen puolelta (g2-mitta)
- risteuksen kärjen ja siipikiskon väliltä, suoran raiteen puolelta (i1-mitta)
- risteuksen kärjen ja siipikiskon väliltä, poikkeavan raiteen puolelta (i2-mitta). (13, s. 9.)



KUVA 29. Mittauskohteet yksinkertaisessa vaihteessa (13, LIITE 1/1)

Muilla vaihdetyypeillä sovelletaan yksinkertaisen vaihteen mittauskohteita. Risteysvaihteissa mittauskohteita (kuva 30) on kuitenkin paljon enemmän. (13, s. 9.)



KUVA 30. Mittauskohteet risteysvaihteessa (13, LIITE 2/1)

#### 4.2.2 Vaihteiden tarkastus

Seuraavassa esitetään mittauksen jälkeen tarkastettavat kohteet.

Vaihteen **geometrian** tarkastettavia kohteita ovat

- raideleveys vaihdealueella; hyväksyttävä muutos raideleveydessä yhden pölkkyvälän matkalla on korkeintaan yksi millimetri
- vaihteen ja vaihdealueen korkeusasema, erityisesti vaihdealueen rajoilla
- vaihteen kallistus ja kallistus muualla vaihdealueella
- sivuttaisasemat vaihteessa ja vaihdealueella
- tukikerroksen vajo
- vaihteen tuenta, myös asetinpölkkyjen, tuenta. (13, s.11.)

Vaihteiden **pölkkyjen** tarkastettavia kohteita ovat seuraavat:

- Tarkastetaan, että pölkkyjako on oikea, linjakuvion mukainen, myös pölkkyjen kulmien on oltava oikeat.
- Pölkkyjen vaihtotarve selvitetään (13, s.11). Pölkky täytyy vaihtaa, jos pölkky on halkeillut huomattavasti, ääntää kopauttaessa kumeasti tai pölkkyjen kiinnitykset ovat irti tai kiinnitysten ympäristöön on levinnyt ruostetta. Pölkkyt täytyy vaihtaa myös vauriotapauksissa, esimerkiksi suis-tumissa. (16.)
- Pölkkyjen kiinnitysten kunto on tarkastettava. (13, s.11.)

Vaihteiden **metalliosien** tarkastettavia kohteita ovat

- yhdyslevyjien säädöt
- jatkosraot
- osien kiinnitykset; erityisesti vaakaruuvit
- kielen liittyminen tukikiskoon ja -tönkkiin
- kielen säätö ja käyttö- ja tarkistustankojen kunto
- vaihteen lukko ja lukitsin
- vaihteen rullalaakerit
- vaihteen voitelun ja puhdistuksen taso
- mangaaniristeyksen jäysteet
- kärkivahvistuksen ja sen eristyksen kunto. (13, s.11.)

**Vuosittain laajennetusti tarkastettavia** kohteita ovat

- jäysteet kielisovituksissa, risteyksen siipi- ja kärkikiskoissa, vastakiskoissa ja välikiskoissa
- päällehitsaustarve kielisovituksissa, vastakiskoissa, välikiskoissa, risteyksissä ja jatkoissa
- kiskojen ankkurointi vaihteen ulkopuolella, jotta vaihteet pitäisivät oikean sijaintinsa
- eristysjatkosten kunto. (13, s.11.)

On myös tarkastettava, onko koko vaihde tai risteys, vastakiskosovitukset tai risteys vaihdettava (13, s. 11). Tehdyt huomiot kirjataan käytetyn vaihteen kuntoarvioon (liite 3), jonka pohjalta tehdään kunnossapitosuunnitelmat ja investointiesitys seuraavalla vuodelle.

#### **4.2.3 Vaihteen ultraäänitarkastus**

Vaihteiden ultraäänitarkastuksen tarkoituksena on rekisteröidä liikennöityjen vaihteiden osissa viat niin, että ne ovat tunnistettavissa mahdollisimman hyvin. Kun vika on tunnistettu, se voidaan korjata vaihteesta ennen kuin liikenneturvallisuus vaarantuu. Ultraäänitarkastuksella saadaan tietoon kiskojen sisäiset viat (17, s. 28). Vian kasvaminen kiskossa on suoraan verrannollinen jännitystilän vaihteluun ja liikennekuormitukseen. Murtuman aiheuttama riski on puolestaan suoraan verrannollinen liikennöitävään nopeuteen. (17, s. 29.)

Useimmat kiskoissa ja hitseissä olevat viat eivät johda välittömästi murtumaan, vaan ne liikennekuormituksen myötä kasvavat ja murtuvat vasta vian kasvettua riittävän isoksi. Liikenteen määrällä ja laadulla on suuri vaikutus myös kiskovikojen määrään. Kiskoviat jaetaan neljään luokkaan, vikaluokkiin 3, 2, 2/1 ja 1. (17, s. 31.)

Kiskoviat merkataan kiskoon veteen liukenemattomalla keltaisella tai valkoisella liidulla kiskon varteen raiteen sisäpuolelle noin 50 mm:n korkuisin merkinnöin. Tarkastuspöytäkirjat (liite 4) täytetään ja toimitetaan kunnossapitäjälle tai tilaajan edustajalle. (17, s. 31.)

**Vikaluokka 1** kattaa murtumat ja viat, jotka aiheuttavat suurella todennäköisyydellä liikennehaitan tai suistumisen. 1-luokan viat kunnossapitäjän on poistettava välittömästi. Mikäli vikaa ei voi korjata, liikenne on lopetettava tai rajoitettava siihen asti, kunnes se on korjattu. (17, s. 29.)

**Vikaluokka 2/1** kuuluvat viat, jotka kiskon lämpötilan voimakkaan vaihtelun tai laskun vuoksi aiheuttavat todennäköisesti murtumavaaran tai liikennehaitan. 2/1-luokan viat on poistettava ennen talvea. (17, s. 29.)

**Vikaluokka 2** kattaa viat, jotka todennäköisesti aiheuttavat liikennehaitan ja jotka kokemusperäisesti kestävät seuraavan talven yli, mutta eivät sitä seuraavaa kylmää kautta. Kunnossapitäjän tulee poistaa viat seuraavan kunnossapitotyön yhteydessä, viimeistään ennen seuraavaa ultraäänitarkastusta. (17, s. 29.)

**Vikaluokkaan 3** kuuluvat vauriot ja viat, jotka kokemusperäisesti eivät johda murtumaan eivätkä aiheuta liikennehaittoja ja jotka kasvavat hyvin hitaasti. Pintaviat poistetaan kunnossapitotyönä. Muita vikoja tarkkaillaan. (17, s. 29.)

Ultraäänitarkastukset tehdään määrätyn aikavälein (taulukko 6). Pääraidevaihteiden tarkastukset ovat ultraäänitarkastuksista vaihteiden tärkeimmät ja yleisimmät tarkastukset. (17, s. 28.)

*TAULUKKO 6. Vaihteen osien ultraäänitarkastusajankohdat (17, s. 31)*

<b>Komponentti</b>	<b>Ultraäänitarkastus</b>
Pääraidevaihteet	Tarkastetaan vuosittain. Erityisesti jou- tokielien taottuun osuuteen ja pitkien vaihteiden kieliin on kiinnitettävä huomiota
Sivuraidevaihteet	Sivuraidevaihteiden osalta tarkastukset tehdään määräaikaistarkastuksen yhteydessä, eli joka toinen vuosi, tai ennen hitsausteknistä kunnostusta.
Laitoskunnostetut vaihteen osat	Ennen osien asennusta.
Jatkoshitsit	Hitsauksen jälkeen.
Eristysjatkot	Ennen korjausta.
Vaihteen osien ja muoden kisko- jen jatkos- ja päällehitsit	Työn vastaanottotarkastuksessa



## 5 VAIHTEIDEN KUNNOSSAPITO

Vaihteiden kunnossapitoa tehdään, jotta liikenneturvallisuus säilyisi, ratateknisten määräysten ja ohjeiden vaatimukset ja taloudellisuus toteutuisivat ja käyttöhäiriöt estettäisiin. Vaihteiden peruskunnossapitoon kuuluvat vaihteiden talvikunnossapito ja yleiskunnossapito. Erilliskunnossapidon piiriin kuuluvat muun muassa vaihteiden uusimiset ja massanvaihto. (13, s. 15.)

Ennen kunnossapidon suunnittelua tulee vaihteiden tarkastukset olla tehtynä. Vasta sitten voidaan arvioida ja suunnitella kunnossapidon tarpeet ja aikataulut. Vaihteiden kunnossapito perustuu siis vaihteiden tarkastuksiin. Kunnossapidon suunnittelussa on myös syytä huomioida vaihteen elinikään vaikuttavat tekijät. Näitä tekijöitä ovat muun muassa liikennekuormitus, vaihteen geometrinen kunto, junien nopeus, alusrakenteen kunto ja kuivatus. Oikein ajoitettu kunnossapitotyö pidentää huomattavasti vaihteen elinikää. (13, s. 15.)

**Vaihteen kunnossapito alkaa**, kun vaihde on asennettu rataan. Kunnossapito siirtyy kunnossapitäjälle tosin vasta, kun se on hyväksytysti otettu vastaan rakentajalta. Se tarkoittaa sitä, että vaihteen tulee olla täysin valmis. Esimerkiksi, mangaaniteräsristeyksen muokkauslujittumiseen liittyvä hionta tulee olla tehty, jatkuvakiskoraiteella olevan vaihteen jatkokset on hitsattu ja lopputuenta tehty. Kun vaihde on valmis luovutettavaksi kunnossapitäjälle, täytetään päällysrakenteen kelpoisuuskirja, johon kuuluvat muun muassa vaihteenvastaanottopöytäkirja ja vaihteentarkastuspöytäkirja. Uusi vaihde pitää tarkastaa ensimmäisen keran 2-4 kuukauden kuluttua, mikäli kyseessä on pääraidevaihde. Sivuraidevaihteen ollessa kyseessä tarkastus tehdään 3-6 kk:n kuluttua. (13, s. 15.)

Vaihteiden kunnossapitäjällä tulee olla kirjallisesti määrätty vastuhenkilö, joka vastaa alueensa vaihteiden kunnossapidosta. Kunnossapitohenkilöstön tulee täyttää pätevyysvaatimukset. Kunnossapidon toteutumista seurataan vaihteentarkastus- ja mittauspöytäkirjojen perusteella. Kunnossapitäjällä tulee olla oma seurantajärjestelmänsä kunnossapitoa varten. Jos vaihde on uusi, radan liikenneitävyyden tarkastuspöytäkirja tulee täyttää ennen kuin liikennettä voidaan vaihteen yli päästää. Mikäli kunnossapitotyöllä on ollut vaikutusta vaihteen

geometriaan, vaihde tulee mitata ja vaihteen lukon säätö tarkastaa ennen liikenteelle luovuttamista. (13, s. 16.)

## 5.1 Vaihteiden peruskunnossapito

Peruskunnossapitoon kuuluvat kunnossapitotarkastukset, geometrian, teräsosien, vaihdepölkkyjen, kiinnitysosien, kääntölaitteiden, vaihteenlukkojen, koskettimien, lukitsimien ja tukikerroksen kunnossapito. Myös vaihteen talvikunnossapito ja voitelu, puhdistus ja pesu kuuluvat peruskunnossapitoon. (13, s. 17.)

**Vaihteiden voitelu, puhdistus ja pesu** on yksi tärkeimmistä vaihteiden kunnossapidon töistä. Vaihteiden liukualuset tulee voidella niin usein, ettei vaihteen käyttöhäiriöitä ilmene voitelun puutteesta. Jokainen kielisovitusalueella oleva liukualunen on voideltava, ei kuitenkaan liiallisesti. Voiteluainetta ei saa päästää tukikerrokseen ja rullalaakereiden voitelu on ehdottomasti kiellettyä. Erityisesti pitkissä vaihteissa täytyy kielet voidella myös kanta-alueen liukualusilta. Tällöin kieliä joudutaan nostamaan kevyesti. Voiteluun saa käyttää vain siihen tarkoitukseen sallittua voiteluainetta. (13, s. 23-24.)

Vaihteet tulee myös puhdistaa mekaanisesti riittävän säännöllisesti, erityisesti kielten liikkuvilta alueilta. Lika ei saa häiritä vaihteen käyttöä. Mekaanisen puhdistuksen lisäksi vaihteet pitää säännöllisesti pestä. Pesu tehdään kuumalla vedellä tai höyryllä. Tukikerroksen likaantuminen pitää tällöinkin estää. Vaihteen tuentojen jälkeen vaihteen voiteluun, puhdistukseen ja pesuun pitää kiinnittää erityistä huomiota, eikä vaihdetta saa käyttää ennen näitä toimenpiteitä. Puhdistuksen yhteydessä on myös hyvä kiinnittää huomiota vaihteen opastimien (kuva 31) ja numerokilpien kuntoon ja puhtauteen. (13, s. 23-24.)



*KUVA 31. Käsikäntölaitteessa muurahaispesä Pieksämäellä 2010*

Vaihteen puhdistuksen yhteydessä on tärkeä myös huolehtia vaihdealueella mahdollisesti olevien vesakkojen (kuva 32) ja heinikkojen poistamisesta. Koko vaihteen kunnossapito vaikeutuu, jos vaihteen tankokuoppiin kertyy eloperäisiä aineksia, sillä tankokuoppa vesakoituu usein nopeasti. (16.)



*KUVA 32. Tankokuoppa vesakossa Pieksämäellä 2010*

**Kunnossapitotarkastuksien** pohjalta määritetään kunnossapitotöiden tarve. Tarkastusta, eli kuntoarviota, tehdessä arvioidaan mahdollisimman tarkasti osien kuluneisuudet, joiden perusteella suunnitellaan hionnat ja hitsaustekniset kunnossapitotyöt. Kuntoarvioon arvioidaan myös mahdolliset osien vaihtotarpeet. Kuntoarvioon kirjataan myös muut vaihteessa havaitut poikkeamat. (13, s. 17.)

### **5.1.1 Vaihteen geometrian kunnossapito**

Vaihteiden mitat on pidettävä toleranssien sisällä (esimerkki toleransseista liitteessä 2). Geometritoleranssina käytetään kallistuksen, kierouden, kallistuspoikkeamien ja suorapuolen tukikiskon nuolikorkeusvirheiden osalta samoja raja-arvoja kuin raiteen geometrialla. Vaihteiden kunnossapitotasot määräytyvät raiteen kunnossapitotason mukaan. Rataverkolla vuosittain kulkeva radantarkastusvaunu, ”Emma”, on tärkein väline vaihteen geometrisen kunnon arvioinnissa. Radan kunnossapitotasojen mukaisessa aikataulussa rataverkolla liikkuva radantarkastusvaunu kirjaa tietokantaansa kaikki virheet geometriassa, ja tätä kautta kunnossapitäjä saa parhaimman tiedon geometriavirheistä vaihteissa. Vaihteen geometrian kuntoa tulee tarkastella myös silmämääräisesti (13, s. 17.)

Vaihteen geometrian virheet korjataan tukemalla vaihde tukemiskoneella (kuva 33). Usein raideleveysvirheet johtuvat vaihteen pölkkyjen asentovirheistä. Tämän takia onkin tärkeä korjata pölkkyjen suunnat ja vaihdepölkkyjako ennen tuentaa. Vaihteiden pölkkyjen oikeat sijainnit selviävät linjakuviosta. Vaihteen tuentaa ei koskaan saa tehdä ilman todellista tarvetta, sillä se heikentää aina tukikerroksen laatua. Vaihteiden tuennassa on syytä muistaa, että 1:9-vaihteiden risteyksissä on normaalisti ylikorotus, ja jos tämä jätetään tuennassa huomioimatta, saattaa vaihde kallistua virheellisesti. (13, s. 17.)



*KUVA 33. Destia Rail Oy:n tukemiskone 2007*

Ennen tuentaa on varmistettava myös että vaihteen sähkö- ja turvalaitekaapeleissa on riittävästi liikkumavaraa ja että vaihteessa mahdollisesti kiinni olevat lämpöeristeet on irrotettu (13, s. 17). Jos vaihteen geometrian virhe ei edellytä koko vaihteen tukemista vaan pienemmällä tukemisella voitaisiin selvitä, voidaan käyttää käsitukemiskoneena maakiilavasaraa ("cobra") ja tämän apuna raiteennostotunkkia. Asetinpölkynpään tukemisessa tarvitaan myös käsitukemiskonetta, koska tukemiskone pysty sitä tukemaan (18). Vaihteen tuennan jälkeen vaihteeseen suoritetaan yleensä täydennyssepelöinti ja vaihteen tukikiskojen ja kielien välit, rullalaakerit, kiilalukot, sekä risteyksen ja vastakiskovitusten laippaurat puhdistetaan. (13, s. 23.)

### **5.1.2 Teräsosien kunnossapito**

Teräsosien kunnossapito edellyttää sitä, että vaihteiden geometria on kunnossa. Kaaripäällehitsauksella korjataan erilaisia pintavikoja vaihteenosissa ja rata-kiskossa. Hiontaa käytetään kunnostusmenetelmänä kulkureunamuotoilussa ja, kun virhe on enintään 1 mm/m, kulkupinnan suoruusvirheen oikaisussa (18, s.

5). Vaihteen säännöllinen hionta myös pienentää osien kulumista ja tätä kautta lisää vaihteen käyttöikää huomattavasti (16). Vaihteen osien päällehitsaus on järkevintä suorittaa, kun osat ovat kuluneet 3-4 mm. Katkenneet vaihdealuslevyt tulee vaihtaa aina ehjiin. Vaihderuuvit tulee olla kiristettynä M22-kierteellä 600 Nm ja M27-kierteellä 900 Nm. (13, s. 18.)

Vaihteen kielen kunnostushitsaus on sallittua vain kielen kiinnitettyllä osalla (18, s. 5). Jos **kielisovituksessa**, erityisesti kielessä, havaitaan kuluneisuutta eli pursetta (kuva 34), kielisovitus on syytä hioa ennen kuin pyörä kuluttaa kieltä lisää ja jolloin vaihtoehtona on vain kielisovituksen vaihto. Kielen hionta on aina paljon halvempi vaihtoehto kuin koko kielisovituksen vaihto. (16.)



*KUVA 34. Pursetta kielen kärjellä, Pieksämäellä 2010*

Kielisovitus on aina vaihdettava, jos se on niin kulunut, että pyörän laippa kantaa ulkokehältäään, tai esimerkiksi kieli on niin kulunut, että siitä irtoaa paloja (kuva 35). Tukikisko ja kieli vaihdetaan normaalisti aina yhdessä. Kieli voidaan vaihtaa erillisenä, jos tukikiskon suurin korkeuskuluneisuus on enintään 2 mm. Kunnossapitäjällä tulee olla mittalaite, jolla kielen ja tukikiskon välinen korkeusero voidaan todeta. Tukikisko voidaan vaihtaa erillisenä, jos liikenne vaihteessa on yksipuolista, jolloin toinen kieli ei kulu lainkaan. (13, s. 18.)



*KUVA 35. Vaihteen kieli, josta on lohjennut paloja, Pieksämäellä 2010*

Kiinni olevan kielen ja tukikiskon tukitönkkien välin tulee olla niin, että 0,5 mm:n rakotulkki ei mahdu niiden väliin, kun kieli on lukittuna. Jos rako on kuitenkin enemmän kuin 0,5 mm, se korjataan varmistamalla tukikiskon geometrinen sijainti ja korjaamalla raideleveydet. Jos rako vieläkin säilyy, tukitönkkien päät voidaan päällehitsata ja hioa. Mikäli rako johtuu taipuneesta kielestä, se voidaan oikoa. Poikkeustapauksissa kielen ja tukikiskon tönkkien väliin voidaan asentaa tasauspelti. (13, s. 18.)

54E1-vaihteiden kielisovituksien vaihdossa tulee huomioida YV54-200N-1:9- ja YV54-200-1:9-vaihteiden erot raideleveydessä. Tämän eron takia näiden vaihteiden poikkeavan raiteen puoleiset kielisovitukset eivät ole vaihtokelpoisia keskenään. Suoranpuolen kielisovitukset ovat kuitenkin samanlaiset. (13, s. 18.)

60E1-vaihteiden kielisovituksen vaihdossa kallistamattomat kielisovitukset voidaan korvata 1:40 kallistetuilla kielisovituksilla. Tämä edellyttää vain sitä, että etujatkosalueelta on myös vaihdettava siirtymäaluslevyt (Urp 206 ja Urp 207) kallistettuihin siirtymäaluslevyihin (KAL60). Samainen kallistuksen muutos tulee huomioida myös välikiskoalueella. (13, s. 19.)

Kielisovituksissa olevien rullalaakerien toiminta on tarkastettava, tarvittaessa puhdistettava, säädettävä tai uusittava. Rullien tulee olla säädettynä niin, että kiinni olevan kielen auetessa se nousee 2-4 mm:n korkeudelle rullien päälle. Yhden rullan matkalla nousua saa olla korkeintaan 3 mm. (13, s. 19.)

Mahdollinen kuluneisuus tulee mitata kun tarkastuksessa tai mittauksessa on aihetta epäillä kiskon kuluneen. Kuluneisuusmittauksessa mitataan sekä kiskon sivu- että korkeuskuluneisuus verrattuna kiskon normaalin poikkileikkaukseen. **Välikiskoissa** pätee samat kuluneisuuden raja-arvot kuin normaaleissa rataisikoissa. Kiskon vertailukuluneisuuden määrittämiseen on oma laskukaavansa (kaava 2). Kiskon kuluneisuuden mittaamista varten on olemassa omanlaisensa mittalaite. Välikiskon vaihto voi tulla tarpeeseen myös tilanteessa, jossa kisko ei ole vielä kulunut liikaa mutta kuluneisuudellaan aiheuttaa mittauksen toleranssien ylittymisen. (16.)

$$H = h + \frac{s}{2}$$

KAAVA 2

$H$  = Mitattu korkeuskuluneisuus

$S$  = Mitattu sivukuluneisuus

Jos välikisko on kulunut myös toiselta kulkupinnaltaan, molempien puolien sivukuluneisuus lasketaan yhteen. Jos kiskon kuluneisuuden raja-arvot (taulukko 7) ylittyvät, kisko täytyy vaihtaa (17, s. 32-33).

TAULUKKO 7. Kiskon kuluneisuuden raja-arvot. (17, s. 33)

Kisko	Jatkuvakisko-raide [mm]	Muu pääraide [mm]	Sivuraide [mm]
K30	9	11	13
K43	12	14	16
54E1	14	16	18
60E1	14	16	18

Välikiskon hamaran leveyden kasvu (purse) aiheuttaa myös raidelevyden kapenemaa ja heikentää samalla kaluston kulkuominaisuuksia vaihteessa (17, s.



33). Purseet on hyvä poistaa kunnossapitohionnalla ennen kuin ne kasvavat liian isoiksi, jolloin myös välikiskon käyttöikä kasvaa. (16.)

Vaihteiden **risteysalueen** laippauran syvyyden akuuttiraja kaikissa vaihteissa on minimissään 38 mm. Esimerkki vaihdetyypin YV60-300-1:9 akuuttirajoista on liitteenä 2. Teräsristeysillä risteyksen purse on poistettava, jos sen leveys ylittää 3 mm. Näin toimimalla risteyksen käyttöikä pitenee. Jos laippaurat ovat kuluneet toleransseja suuremmiksi, ne on hitsattava kapeammaksi. Mangaaniteräs kovettuu vasta liikenteen alla lopulliseen kovuuteensa ja tämän takia uusissa mangaaniristeyksissä on jatkuvasti pursetta, joka on hiottava pois. (13, s. 19.)

Risteysten kärkien kuluminen, joskus jopa lohkeaminen, aiheuttaa myös paljon kunnossapitoa. Parhaiten kuluminen pysyy kurissa säännöllisellä hionnalla, mutta lopulta kärki on hitsattava. Sama pätee siipikiskojen kulumiseen. Jos risteyksen kuluminen on huomattavaa ja risteys on muutenkin huonokuntoinen, voi risteyksen vaihto tulla kyseeseen (16). Mikäli risteyksen alla olevat vaihdepölkkyt ovat taipuneet alaspäin ja pölkkyjen kunto ei vielä edellytä niiden vaihtamista, on risteys nostettava oikeaan asemaansa tasauslevyjen avulla. (13, s. 20.)

Vastakiskosovituksen ja risteyksen raideleveyttä säädetään lisäämällä vastakiskon ja vastakiskon pukin väliin sovitusslevyjä. Suurin sallittu sivukuluneisuus vastakiskolle on 10 mm. Vastakisko tulee vaihtaa, kun se on kulunut yli 10 mm (13, s. 20). Vastakiskosovitukseen kertyneet purseet poistetaan kunnossapitohionnoilla ja pintaviat tarvittaessa päällehitsaamalla (16).

Vaihteiden **kiinnitykset**, löystyneet mutterit ja ruuvit on kiristettävä ja vioittuneet jouset ja jousirenkaat tulee vaihtaa. Raideruuvien kiristyksessä on suositeltavaa löysätä niitä muutama kierros ennen lopullista kiristystä. Jos raideruuvi ei kiristy tiukaksi, pölkkyyn on asennettava holkki tai pölkky on vaihdettava. Ratanauiloilla kiinnitetyssä vaihteessa naulojen kiinnitys on tarkistettava ja kohonneet naulat on lyötävä kiinni. (13, s. 21.)

Oikein kiristetyn raideruuvin erottaa siitä, että raideruuvin ja aluslevyn välisessä jousirenkaassa on yhden millimetrin rako. Kiristysmomentti saa maksimissaan

olla puuvaihdepölkkyissä 150 Nm ja betonivaihdepölkkyissä 250 Nm. Skl-jousien ohjeellinen kiristysmomentti on 180-200 Nm. Mikäli välilevyt ovat siirtyneet, ne tulee palauttaa paikalleen. Rikkoutuneet välilevyt on uusittava. (13, s. 21.)

Kielisovituksen tukikulmien tehtävänä on pitää tukikiskot sivuttaissuunnassa paikallaan, jotta vaihteen kääntölaite pääsisi toimimaan mahdollisimman moitteettomasti. Tämän vuoksi tukikulmien kiinnitykset on erittäin tärkeää pitää hyvässä kunnossa. (13, s. 21.)

### **5.1.3 Vaihdepölkkyjen ja tukikerroksen kunnossapito**

Huonokuntoisia vaihdepölkkyjä saa olla jatkuvahitsatun pääraiteen vaihteessa korkeintaan 5 %. Muissa pääraiteissa ja junankulkutievaihteissa saa huonoja pölkkyjä olla 10 % ja sivuraiteissa 20 %. Kahta peräkkäistä huonokuntoista pölkkyä ei vaihteessa koskaan saa olla ja erityisesti asetinpölkky ei saa koskaan olla huonokuntoinen. Vaihdepölkkyt tulee vaihdon yhteydessä asentaa linjakuvion edellyttämään asemaan. (13, s. 20.)

Puuvaihdepölkkyt ovat huonokuntoisia ja ne on vaihdettava, jos aluslevyt painuvat pölkkyyn niin, ettei geometria säily vakaana, tai jos kiinnitykset sallivat merkittävän sivusuuntaisen liikkeen. Puuvaihdepölkkyt katsotaan aina huonokuntoisiksi, kun aluslevy on painunut (kuva 36) pääraiteilla 15 mm ja sivuraiteilla 20 mm (13, s. 20). Jos pölkkyä kopauttaessa kuuluu kumea ääni, pölkkyssä kasvaa sammalta tai muuta eloperäistä, pölkky on erityisen halkeillut tai pölkyn kiinnitykset ovat irti, tulee pölkky useimmiten vaihtaa. Vaihteen linjakuviosta nähdään oikeat pölkkyjen sijoitukset pituuksineen (16). Puuvaihdepölkyn elinikää voidaan pidentää, jos pölkkyihin asennetaan muoviholkit raideruuveja varten. (13, s. 20.)



*KUVA 36. Huonokuntoisia pölkkyjä Pieksämäellä 2010*

Betoniratapölkkyt on vaihdettava, jos niiden geometriaan vaikuttavia murtumia tai halkeamia tai jänneteräksiä on tullut näkyviin. Jokaisella betonivaihdepölkkyllä on oma numerointinsa. Tämän numeroinnin perusteella pölkyn sijainti vaihteessa voidaan määrittää ja kunnossapidon betonivaihdepölkkyjen hankinnat tehdä. (13, s. 20.)

Normaali **tukikerros** vaihteissa on sepelitukikerros. Junakulkuteillä vaihteiden soratukikerros uusitaan aina sepelitukikerrokseksi vaihteen massanvaihdon yhteydessä. Kuitenkin alueilla, jotka eivät ole jatkuvaksi hitsattuja, voidaan soratukikerros säilyttää. Soratukikerroksellisen vaihteen täydennykset tehdään yleensä raiidesoralla, myös raiidesepeliä saa kuitenkin käyttää. Hienoa raiidesoraa saa käyttää sivuraiteiden jatkuvaksi hitsaamattomilla vaihteilla (13, s. 22). Vaihdealueella tukikerroksen vähimmäispaksuus on 550 mm. (19, s. 16.)

Tukikerroksen kuntoa on tarkasteltava ja tarvittaessa vaihdettava. Sepelitukikerros on vaihdettava puhtaaseen raiidesepeliin, jos sen rakeisuusluku ylittää 90. Joskus tukikerros menee niin huonoon kuntoon, että se muuttuu savikoksi (kuva 37). Raiidesepelin tulee täyttää raiidesepelin tekniset toimitusehdot. Vaihteissa tulee käyttää sellaista raiidesoraa, joka täyttää päällysrakennetöiden yleisten laatuvaatimusten raiidesoralle esitetyt vaatimukset. (13, s. 23.)



*KUVA 37. Tukikerroksen läpi noussutta savea vaihteessa Pieksämäellä 2010*

#### **5.1.4 Kääntölaitteiden kunnossapito**

Käsikäntölaitteiden kiilalukon kiilan, liikkeenrajoittimen, pesän, suojan ja käyttötangon kunto on tarkastettava. Vaihteen tukikiskon ja kielen välisen raon tulee olla kiilalukon kohdalla alle 4 mm 60E1- ja 54E1-vaihteissa ja alle 5 mm muissa vaihteissa. Raon on oltava vähintään 2 mm. Käytettyjä tankoja, kiiloja tai pesiä ei saa asentaa uudelleen ilman ultraääni- tai röntgentarkastusta. Hitsaaminen on myös kiellettyä. Vetotangon ja käsiasettimen, mekaanisen kääntölaitteen sekä vaihteenopastimen kunto ja toiminta täytyy tarkastaa säännöllisesti, tarvittaessa osat säädetään ja voidellaan. Vastapainon tulee olla maalattuna punavalkoiseksi. (13, s. 21.)

Sähkökääntölaitteiden kunnossapitoon on laitetyypistä riippuen omat ohjeensa. **Huollot, säädöt ja kunnossapitotyöt** tehdään tämän ohjeen mukaan. On tärkeää tarkistaa sähkökääntölaitteen yleiskunto ennen vaihteen säätöä. Jos säätöarvot ovat muuttuneet huomattavasti, muutoksen syy tulee selvittää. Yleisimpiä syitä muutokseen ovat muun muassa kärki- tai välivahvistusten löystyminen, kääntölaitteen kiinnitysten löystyminen, virheet tangoissa tai muu vaurioitumi-

nen. Vaihteiden koskettimia ja lukitsimia varten on myös omat laitekohtaiset kunnossapito-ohjeensa. Huollot ja säädöt tehdään niiden mukaisesti. (13, s. 22.)

Kiilalukollisilla vaihteilla vaihteen tukikiskon ja kielen välinen rako on oltava kiilalukon kohdalla alle 4 mm 54E1- ja 60E1-vaihteissa. Muissa vaihteissa rako oltava alle 5 mm. Tarkastettaessa tukikiskon ja kielen väliin laitetaan 4 tai 5 mm:n tulkki. Vaihteen lukko ei saa mennä vaihdetta käännettäessä pääteasentoonsa. Mikäli näin kuitenkin tapahtuu, täytyy vaihde säätää. Jotta vaihde toimii moitteettomasti, pitää huolehtia siitä, että vaihdetta ei säädetä liian tiukaksi. Vaihteen lukon pitää mennä pääteasentoonsa vielä silloin, kun tukikiskon ja kielen väliin asetetaan 2 mm:n tulkki. (13, s. 13.)

Kiilalukollisissa 54E1-vaihteissa vaihteen kieli säädetään kiilalukon epäkeskeistä niveltappia kiertämällä. Kiilalukollisissa 60E1-, K60-, K43- ja K30-vaihteissa kieli säädetään puolestaan epäkeskeistä holkkia kiertämällä. Haka- tai nivellukolla varustetuissa vaihteissa noudatetaan samoja raja-arvoja vaihteenlukkojen säädössä kuin kiilalukollisilla vaihteilla. (13, s. 13.)

Vaihteissa, jotka ovat kääntölaitteen sisäänrakennetulla vaihteenlukolla varustettuja, tankojen ja lukkojen säätö tehdään erillisten kääntölaittekohtaisten säätöohjeiden mukaan (13, s. 13). Säädön saa suorittaa henkilö, joka on riittävästi perehdytetty vaihteen ja sähkökääntölaitteen toimintaan ja vaihteen rakenteille annettuihin vaatimuksiin. (19.)

Ennen **sähkökääntölaitteella varustetun vaihteen säätöä** tarkastetaan sähkökääntölaitteen ja vaihteen yleiskunto. Erityisesti tilanteissa, joissa säätöarvot ovat muuttuneet huomattavasti, muutoksen syyt on selvitettävä. Tämän jälkeen edetään seuraavasti (20):

1. Tarkastetaan kääntölaitteen koskettimien säädöt ja toiminta, sekä tehdään silmämääräinen osien kunnan ja toiminnan tarkastus.
2. Vaihteen tukikiskon ja kielen välin säätö aloitetaan lyhyestä käyttötangosta. 4 mm:n tulkki asetetaan säädettävän käyttötangon kohdalle tuki-

kiskon ja kielen väliin. Käyttötankoa säädetään, kunnes kääntölaitteen lukko menee pohjaan. Säätomutterit kiristetään ja tarkastetaan vielä, että vaihde ei lukitu 5 mm:n tulkilla.

3. Pitkä käyttötanko säädetään kohdan 2 mukaisesti.
4. Tarkistustankojen säätö aloitetaan lyhyestä tarkistustangosta. 3,5 mm:n tulkki asetetaan käyttötangon kohdalle tukikiskon ja kielen väliin. Lyhyt tarkistustanko säädetään ensin niin lyhyeksi, ettei vastaava valvontanokka putoa valvontalinjaalin loveen, eli ei mene valvontaan. Tämän jälkeen vähitellen pidennetään tarkistustankoa, kunnes vaihde menee valvontaan. Kaikki mutterit kiristetään. Lopuksi tarkastetaan, että 4 mm:n tulkin ollessa kielen ja tukikiskon välissä vaihde ei mene valvontaan.
5. Pitkän tarkistustangon säätö aloitetaan niin, että 3,5 mm:n tulkki asetetaan käyttötangon kohdalle tukikiskon ja kielen väliin. Pitkä tarkistustanko säädetään ensin niin pitkäksi, ettei vaihde mene valvontaan. Tämän jälkeen tarkistustankoa lyhennetään vähitellen, kunnes tanko menee valvontaan. Lopuksi kaikki mutterit kiristetään ja tarkastetaan, ettei 4 mm:n tulkin ollessa paikallaan vaihde mene valvontaan.
6. Käyttötangot säädetään lopullisesti siten, ettei säädettävän käyttötangon kohdalla 3,5 mm:n tulkilla vaihde mene lukkoon. 3 mm:n tulkilla puolestaan vaihde tulee mennä lukkoon. Tämän jälkeen kaikki mutterit kiristetään ja vaihdetta käännetään pari kertaa oikean toiminnan tarkastamiseksi.

### **5.1.5 Vaihteiden talvikunnossapito**

Talviajan kunnossapitoon kuuluvat myös talvikautta edeltävät työt, kuten lumisuojiin asennukset sekä mahdollisten lumiohjaimien ja lumensulatusvastusten tarkastukset, korjaukset ja säädöt. Lumisuojiin ja muiden kansien lukitukset on tärkeä varmistaa huolellisesti, varsinkin suurien nopeuksien raiteilla. Kääntölaitte-, lukitsin-, ja kosketinkansien tiiviys tulee myös varmistaa ennen talvea. (13, s. 24). Ennen talvea on myös tärkeää varmistaa vaihteiden tankokuoppien kun-

to. Tankokuoppien tulee olla riittävän puhtaita sepelistä, jotta niihin jää riittävästi tilaa talven lumelle ja jäälle. Näin toimiessa talvikunnossapito helpottuu. (16.)

Kielisovitusten liikkuvien osien alue sekä vastakiskosovitusten ja risteuksen laippaurat on puhdistettava lumesta ja jäältä. Kielisovituksen alueella puhdistettavia kohteita ovat kielen ja tukikiskon väli, rullalaakerialuslevyt, liukualuset, tukitönkkien päät, tankokuopat, kiilalukot, sähkökääntölaitteen tankojen ulostulot sekä vaihteen opastimen ympärys. Liukualusten ja vaihteen viereen on puhdistettava riittävän laaja lumitila. Suolan käyttö on kiellettyä lumensulatuksessa vaihdealueella (13, s. 24). Vaihteen lumenpoistossa saa käyttää harjakonetta, mutta on suositeltavaa, että kielisovitusalueella harjakonetta ei käytetä, koska tällöin kone saattaa irrottaa lumisuoja ja lumensulatusvastuksia. Vaihdealueen harjauksen apuna voidaan käyttää myös TKA-auraa (kuva 38). TKA:lla ei saa kuitenkaan aurata itse vaihdetta vaan vain muuta vaihdealuetta. (16.)



*KUVA 38. TKA-aura Oulussa 2009*

### 5.1.6 Kunnossapito vauriutilanteissa

Kunnossapitäjällä tulee olla riittävät varastomateriaalit ja resurssit vika- ja vauriutilanteiden varalle, jotta korjaukset saadaan tehtyä mahdollisimman nopeasti, jolloin junaliikenteelle koitua haitta olisi mahdollisimman pieni (13, s. 27). Junaturvallisuudesta ei saa kuitenkaan karsia, vaan korjaukset on tehtävä niin, että turvallinen liikenne vaihteessa on vaurionkorjauksen jälkeen mahdollista. (16.)

**Vaihteen aukiajo** on tilanne, jossa liikennöidään myötävaihteeseen sen ollessa kulkusuuntaan nähden väärässä asennossa (21, s. 9). Vaihteen aukiajo on kiellettyä aukiajettavaa vaihdetyyppiä lukuunottamassa kaikissa vaihteissa. Vaihdetta ei saa liikennöidä, jos aukiajon epäillään tapahtuneen. Liikennöinti sallitaan vasta kun vaihteen mekaaniset osat, rullalaakerien kunto, vaihteen kääntölaite ja kosketin on tarkastettu ja mahdollisesti säädetty. Aina, jos aukiajo todetaan tai epäillään tapahtuneeksi yli 35km/h nopeudella, koko kääntölaite tankosovituksineen on vaihdettava. Pitkissä vaihteissa kääntölaite tankosovituksineen on vaihdettava aina. Sama pätee myös kääntyväkärkisellä risteyksellä.

**Vaihdeviat** pysäyttävät junaliikenteen aina, jos vaihteessa havaitaan vika, joka aiheuttaa suistumis- tai muun junaturvallisuusvaaran. Geometria- tai muun toleranssiylityksen ollessa kyseessä junaliikennettä voidaan jatkaa alennetulla nopeudella. Tällöin nopeuden määrittämisen kunnossapitotason pitää olla sen mukainen, että toleranssi on vielä sallittu. (13, s. 27.)

## 5.2 Vaihteiden erilliskunnossapito

Jos vaihde on niin huonokuntoinen, että sitä ei kannata enää kunnossapitotöillä korjata, vaihde täytyy vaihtaa uuteen. Huonokuntoisuuden perusteita ovat huonokuntoiset pölkkyt, tukikerros tai metalliosat. Varsinkin jos vaihteessa paljon huonokuntoisia pölkkyjä tai vaihteen tukikerros on huonokuntoista, taloudellisesti järkevintä on vaihtaa koko vaihde kerralla. (13, s. 26.)

Yksinkertaistettuna vaihteen vaihto suoritetaan siten, että vanha vaihde poistetaan elementteinä radasta, tukikerrokset vaihdetaan uuteen ja kaapeli- ja alitus-



putket asennetaan, uusi vaihde asennetaan elementteinä tukikerroksen päälle, vaihde sepelöidään ja lopulta tuetaan (16). Betonivaihteen elementtien nostossa tulee käyttää joko vaihteenasennusyksikköä, eli niin sanottua kuukävelijää, tai tarkoitukseen suunnitelluilla nostopalkkeja. Vaihteen elementit tulee aina nostaa niille merkityistä paikoista (13, s. 25). Vanha vaihde useimmiten kunnostetaan, jonka jälkeen se palautuu raiteeseen toisaalla, vähemmän liikennöidylle paikalle. Liikennevirasto koordinoi vaihteiden kunnostusta ja kierrätystä. (13, s. 26.)

Vaihteen asennuksen jälkeisen ensimmäisen tukemiskerran jälkeen vaihteesta saa liikennöidä korkeintaan 50 km/h. Toisen tukemiskerran jälkeen nopeus yleensä voi olla 80-100 km/h. Vaihdetta pitää tukea niin monta kertaa, että vaihteen geometria sallii normaalin liikennöinnin. Vaihdetta ei myöskään saa nostaa täydelle nopeudelleen ennen kuin jatkuvaksi hitsatulla raiteella olevan vaihteen jatkokset on hitsattu jatkuvaksi. Jos raide ei ole jatkuvaksi hitsattu, vaihde voidaan nostaa täydelle nopeudelleen vasta, kun siihen on asennettu normaalit sidekiskoosjatkokset (13, s.25). Vaihteen vaihdon jälkeen tukikerros usein tiivistyy tulevien viikkojen aikana vielä lisää, joten vaihteen geometrian muutoksia on syytä tarkastella vielä jonkin aikaa. Jos muutoksia ilmenee, vaihde voidaan vielä kerran tukea (16). Keskimääräinen vaihteen asennuskustannus on noin 30 000 €. (9, s. 18.)

Vaihteen erilliskunnossapitoon kuuluu myös vaihteen routasuojaus. Routimisen estää parhaiten riittävän paksuilla routimattomista maalajeista tehdyillä rakenekerroksilla. Myös eristelevyjä voidaan käyttää. Paras tulos kuitenkin saavutetaan tekemällä massanvaihto routimattomaan syvyyteen saakka. Usein routasuojaus tehdään vaihteen vaihdon yhteydessä, jolloin se on taloudellisesti edullisinta tehdä. (13, s. 25-26.)

### 5.3 Kunnossapidon ongelmakohdat

**Huonokuntoisia** vaihteita on Suomen rataverkolla paljon. Tämä selittyy sillä, että Suomen rataverkolla on runsaasti ennen vuotta 1990 rataan asennettuja vaihteita (kuva 8). Koska niistäkin vaihteista suurin osa on puupölkkyisiä vaihteita, joiden käyttöikä rajoittuu yleensä 20 vuoteen, on varsin luonnollista, että vaihteet ovat huonossa kunnossa. Näiden vaihteiden kunnossapito kuormittaa kunnossapitajää todella paljon. Vaihteita on vaihdettu vuosien 2005 – 2009 välisenä aikana 878 kappaletta. Vaihteita pitäisi kuitenkin vaihtaa paljon enemmän, jotta vaihteiden kunnan taso kääntyisi nousuun. (1, s. 15.)

Vaihteessa **kuluminen** on huomattavinta alueilla, joilla vaihdetta liikennöidään paljon poikkeavan raiteen suuntaan. Tällöin metalliosat saattavat olla jo vuodessa vaihtokunnossa (1, s. 15). Vaihteen kunnossapidon kustannukset riippuvat vaihteen sijainnista ja kuormituksesta, jotka määräävät tarvittavan tarkastus- ja huoltovälin. Yhden vaihteen keskimääräinen tarkastus-/huoltokustannus on noin 1 620 €. Vuosittain huoltokertoja yhdelle vaihteelle tulee noin 2,35 kappaletta (1, s. 18). Destia Rail Oy toimi kunnossapitäjänä alueella 11 vuosina 2005-2010. Tämän ajanjakson kokemusten perusteella voidaan todeta, että niin sanottu Itä-kaluston, eli Venäläisen kaluston, vaikutus alueen vaihteisiin oli huomattavaa. Venäläisen kaluston erilainen kiskopyöräprofiili ja raskaat kuormat aiheuttivat vaihteisiin huomattavan paljon kunnossapitotyötä erityisesti metalliosiin. (16.)

**Vanhentunut turvalaitetekniikka** aiheuttaa välillisesti ongelmia vaihteiden käytettävyyteen. Esimerkiksi Riihimäen asetinlaite 1 on vuodelta 1971, eikä vanha laitteisto koskaan vähennä vikoja. On ymmärrettävää, että lähes 40 vuotta vanhaan järjestelmän varaosat alkavat myös olla jo lopussa. (22, s. 16.)

Liikenteestä johtuvan kulumisen lisäksi **liikenne** hankaloittaa vaihteen kunnossapitotyötä myös lyhyiden työrajojen takia. Liikenteen olisi päästävä kulkemaan normaalisti ja samalla vaihteesta olisi vaihdettava osia. Ongelma ilmenee erityisesti käyttöasteeltaan vilkkailla rataosuuksilla ja linjavaihteilla, joilla korvaavaa

kulkureittiä ei ole. Raidesepeli kestää liikennettä 350 – 150 Mbrt, riippuen sepe-  
lin lujuusluokasta. Riittävän suuri vaihteiden yli kulkenut liikenne myös väsyttää  
vaihteen rakenteita ja aiheuttaa sitä kautta virheitä vaihteen komponenteissa.  
(1, s. 15.)

**Talvikunnossapito** aiheuttaa kunnossapitäjälle usein haasteita. Vaihteisiin ker-  
tyvät lumi ja jää heikentävät koko rataverkon suorituskykyä huomattavasti. Ti-  
heästi liikennöidyllä rataverkolla häiriötilanteet heijastuvat helposti junien myö-  
hästymisenä koko maan mittakaavassa, etenkin jos ongelmat esiintyvät niin  
sanotusti liikenteen solmukohdissa. Erityisesti pöllyävä lumi ja kalustosta tippu-  
vat jäälohkareet aiheuttavat vaihteiden kääntyville osille toimintahäiriöitä hyvin  
herkästi (23). Pöllyävä tai kinostuva lumi pakkaantuu esimerkiksi kielisovituk-  
sessa kielen ja tukikiskon väliin aiheuttaen näin tilanteen, jossa kieltä ei voida  
kääntää. Myös lumensulatusjärjestelmien toimintahäiriöt aiheuttavat ongelmia.  
Ongelmia voi aiheuttaa myös kääntölaitteen osien haurastuminen, jos kosteutta  
pääsee laitteen sisään, ja asetinlaitteiden häiriöt kovilla pakkasilla. Kunnossapi-  
täjän tulee paremmin varautua vaihteiden talvikunnossapitoon ja resursseja sen  
toteuttamiseksi on varattava riittävästi. (23.)

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli perehtyä rautatievaihteiden tarkastustoimintaan, ja käydä läpi vaihteiden tarkastuskohteet sekä perehtyä vaihteiden kunnossapitoon että niiden ongelmakohtiin. Vaihteiden kunnossapidon päätavoite, aivan kuten muunkin päällysrakenteen osalta, on pitää raiteet junaliikenteelle turvallisessa kunnossa.

### **Vaihteiden kunnossapito**

Vaihteiden kunnossapito koostuu tarkastustoiminnasta ja kunnossapitotöistä. Vaihteen tarkastusten mittaluvut luovat tarkat toleranssit vaihteen turvalliselle liikennöinnille. Vaihteen mittojen täytyy pysyä näiden toleranssien sisällä. Vaihteen kunnan arviointia suoritetaan mittausten ohessa ja huomiot kirjataan kuntoarvioon. Vaihteisiin tehtävien ultraäänitarkastusten pohjalta tunnistetaan vaihteen osista vikakohtat joiden perusteella hionta ja hitsaustekniset kunnossapitotyöt tehdään. Vaihteen kunnossapidon aikataulut ja investoinnit suunnitellaan vaihteiden mittausten ja kuntoarvioiden perusteella. Alle 5 vuoden sisällä vaihdettavaksi arvioitavista vaihteista tehdään vaihteentarkastuksen lisäpöytäkirja, jonka perusteella Liikennevirasto tekee erillisinvestointiesitykset vaihteiden vaihdosta.

Vaihteiden kunnossapidossa on useita eri työvaiheita ja kunnossapitotöitä. Yksi tärkeimmistä vaihteen kuntoa ylläpitävistä toimista on vaihteen hionta ja hitsaustekninen kunnossapito. Vaihte on tärkeä hioa tai hitsata hyvissä ajoin, sillä muutokset vaihteen kulkupintojen geometriassa pahenevat aina, jos hiontaa tai hitsausta ei suoriteta riittävän nopeasti muutoksien havaitsemisesta. Liian myöhälle jätetyn hionnan ja hitsaustekninen kunnossapidon vuoksi osienvaihto on usein ainoa vaihtoehto. Oikea-aikaisella hionnalla tai hitsauksella vaihteen osien käyttöikä pitenee huomattavasti. Muita tärkeitä vaihteiden kunnossapitotöitä ovat vaihteiden säädöt, voitelut, puhdistukset ja pesut, tukikerroksen, vaihdepölkkyjen sekä kääntölaitteiden kunnossapitotyöt.

Talvikunnossapidosta on viime vuosina ollut paljon puhetta ja siihen onkin syytä varautua paremmin, sillä suuri osa rataverkon liikenteessä aiheutuvista myöhästymisistä on vaihteiden käyttö- tai toimintahäiriöistä johtuvia. On kuitenkin huomioitava, että viime talvet ovat olleet poikkeuksellisen ankaria ja haastavia. Vaihteiden talvikunnossapitoa voidaan parantaa tekemällä talvea valmistelevat työt entistä tarkemmin ja paremmin, sekä varaamalla talvikunnossapitoon paremmat resurssit.

### **Vaihteet kunnossapitoalueella 8**

Kunnossapitoalueen 8 vaihteiden kunto on paikoitellen todella heikko. Tämä käy ilmi Destia Rail Oy:n tekemien tarkastusten perusteella syksyllä 2010. Vaihteiden hallintaraportissa alueen vaihteista vuonna 2009 olisi vaihdettavia vain noin 27 kappaletta. Tämä luku Destia Rail Oy:n tekeminen tarkastusten valossa on reilusti alakanttiin. Jo pelkästään Pieksämäen liikennepaikalla vaihtotarpeessa olevia vaihteita on noin 30 kappaletta. Pieksämäellä suurimmat ongelmat kohdistuvat tavararatapihan vaihteisiin, missä vaihteet ovat niin isoina kokonaisuuksina, että niiden vaihtaminen on hyvin työlästä ja kallista. Koko alueen 8 vaihteiden vaihtotarve onkin siis todellisuudessa yli 50 vaihdetta, mikä tarkoittaa kaikista alueen vaihteista noin 10 %. Näistä vaihteista suurin osa Pieksämäen lisäksi sijaitsee Kuopion ratapihalla ja Pieksämäen ja Kuopion välisellä rataosuudella.

## LÄHTEET

1. Vaihteiden hallintaraportti 2009. 2009. Liikennevirasto.
2. Destia tiedote. 2010. Destia. Saatavissa:  
<http://www.destia.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2010/ratakunnossapitoalueet-4-ja-8-destialle.html>. Hakupäivä 1.3.2011.
3. Suomen rataverkon historia. 2011. Wikipedia. Saatavissa:  
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Suomen\\_rataverkon\\_historia](http://fi.wikipedia.org/wiki/Suomen_rataverkon_historia). Hakupäivä 1.3.2011.
4. Suomen rautatietilasto 2010. 2010. Liikennevirasto. Saatavissa: <http://rhk-fi-bin.directo.fi/@Bin/f9eefb84e568157900787bc0e147edbf/1294819425/application/pdf/4026871/srt10.pdf>. Hakupäivä 1.3.2011.
5. Kunnossapidon kilpailutus. 2011. Ratahallintokeskus. Saatavissa:  
[http://www.rhk.fi/rataverkko/kunnossapito/kunnossapidon\\_kilpailutus](http://www.rhk.fi/rataverkko/kunnossapito/kunnossapidon_kilpailutus). Hakupäivä 1.3.2011.
6. Rataverkon toiminta ja taloussuunnitelma 2010-2013. 2008. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [www.rhk.fi/@Bin/2355052/TTS+29.10.2008\\_web.pdf](http://www.rhk.fi/@Bin/2355052/TTS+29.10.2008_web.pdf). Hakupäivä 1.3.2011.
7. Jurmu, Marko 2011. Työpäällikkö, Destia Rail Oy, Haastattelu 21.3.2011.
8. Liikenneviraston organisaatio. 2011. Liikennevirasto. Saatavissa:  
[http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/fi/liikennevirasto/organisaatio/organisaatio\\_2011\\_su.pdf](http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/fi/liikennevirasto/organisaatio/organisaatio_2011_su.pdf). Hakupäivä 1.3.2011.

9. Rataverkko 2020 radanpidon linjaukset, tarkastettu suunnitelma. 2002. Ratahallintokeskus. Saatavissa: <http://rhk-fi-bin.directo.fi/@Bin/54d445ae13431d72208b786e98fbad1c/1302459237/application/pdf/31911/Rataverkko%202020%20tarkastettu%20suunnitelma%201-2002.pdf>. Hakupäivä 1.3.2011.
10. Nummelin, Markku 1994. Rautatievaihteet. VR-pääkonttori, ratayksikkö.
11. Vaihteiden historia. 2011. Wikipedia. Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Railroad\\_switch#History](http://en.wikipedia.org/wiki/Railroad_switch#History). Hakupäivä 1.3.2011.
12. Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 4 Vaihteet. 2000. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/11490-RAMO\\_4.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/11490-RAMO_4.pdf). Hakupäivä 7.4.2011.
13. Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 14 Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito. 2002. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/11561-RAMO\\_14.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/11561-RAMO_14.pdf). Hakupäivä 7.4.2011.
14. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) B 24. 2009. Ratahallintokeskus. Saatavissa: <http://rhk-fi-bin.directo.fi/@Bin/42139b6c86713c13dd56e1185221de5c/1302458585/application/pdf/2909267/B24%20web.pdf>. Hakupäivä 7.4.2011.
15. Raidemittalaitteet. 2010. Konepaja Mankinen. 2011. Saatavissa: <http://www.mankinen.fi/rata/edustukset.html>. Hakupäivä 7.4.2011.
16. Huupponen, Tommi 2011. Työnjohtaja, Destia Rail Oy. Haastattelu 23.3.2011.
17. Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 13 Radan tarkastus. 2004. Ratahallintokeskus. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/27579-RAMO\\_13\\_Radan\\_tarkastus.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/27579-RAMO_13_Radan_tarkastus.pdf). Hakupäivä 7.4.2011.
18. Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 12 Päälysrakennehitsaus. 1998. Ratahallintokeskus. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/data/normit/11560->


RAMO\_12\_Paallysrakennehitsaus.pdf. Hakupäivä 7.4.2011.

- 19.** Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 11 Radan päällysrakenne. 2002. Ratahallintokeskus. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/11559-> RAMO\_11\_Radan\_paallysrakenne.pdf. Hakupäivä 7.4.2011.
- 20.** Vaihteen tankojen säätöohje. 1986. Rautatiehallitus. Saatavissa: <http://www.rhk.fi/@Bin/35662/Vaihteen%20tankojen%20säätöohje,%20Siemens%20Bsg.%20Antr.%209,%20Tlj%2036.pdf>. Hakupäivä 7.4.2011.
- 21.** Liikennöinti ja ratatyö rautatiejärjestelmässä. 2009. Rautatievirasto. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/35183-RVI\\_1092\\_412\\_209.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/35183-RVI_1092_412_209.pdf). Hakupäivä 7.4.2011.
- 22.** Tavaraliikenteen ratapihojen kehittämistarpeet. 2009. Ratahallintokeskus. Saatavissa: <http://rhk-fi-bin.directo.fi/@Bin/0f5b7b2250d73648780bebad132808f7/1302511307/application/pdf/3106999/2-2009%20web.pdf>. Hakupäivä 7.4.2011.
- 23.** Talvi 2009- 2010 Suomen rautateillä.2010. Liikennevirasto.Saatavissa: [http://www.rhk.fi/tietopalvelu/julkaisut/liikenneviraston\\_tutkimuksia\\_ja/?x3644897=3768199](http://www.rhk.fi/tietopalvelu/julkaisut/liikenneviraston_tutkimuksia_ja/?x3644897=3768199). Hakupäivä 7.4.2011.



## **LIITTEET**

- Liite 1.** Vaihteen tarkastuksen lisäpöytäkirja
- Liite 2.** Vaihteen tarkastuksen mittaluvut
- Liite 3.** Käytetyn vaihteen kuntoarvio
- Liite 4.** Vaihteenosien ultraäänitarkastuksen tarkastuspöytäkirja

		<b>VAIHTEEN TARKASTUKSEN LISÄPÖYTÄKIRJA</b>		
Liikennepaikka, vaihteen nro _____ vaihteen tyyppi _____				
<b>Kiinnitys</b>				
naula		<input type="checkbox"/>	3	
ruuvi		<input type="checkbox"/>	2	
K		<input type="checkbox"/>		
SKL		<input type="checkbox"/>		
<b>Pölkyn kunto</b>				
		Osuus n.15%    n.50%    >70% 1            2            3		
kiinnitykset pölkkyihin; irti		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
halkeamat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aluslevyjien painuma (>5mm)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Tukikerros</b>				
materiaali	Raidesora	<input type="checkbox"/>	2	
	Raidesepeli	<input type="checkbox"/>		
	Hieno raidesepeli	<input type="checkbox"/>	2	
ikä	<15 v	<input type="checkbox"/>		
	15-25 v	<input type="checkbox"/>	1	
	>25 v	<input type="checkbox"/>	3	
<b>Vaihteessa toistuvia geometriavirheitä ja poikkeuksellista kulumista</b>				
syy:		1            2            3		
raskasta liikennettä sivulle		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IVY kalustoa sivulle		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian kevyt vaihde		<input type="checkbox"/>	2	
maapohja tai tukikerros		<input type="checkbox"/>	2	
<b>Tarkastajan arvioima vaihtevuosi</b>				
vuosi				
_____	kuluva vuosi	<input type="checkbox"/>		
_____	+1	<input type="checkbox"/>		
_____	+2	<input type="checkbox"/>		
_____	+3	<input type="checkbox"/>		
_____	+4	<input type="checkbox"/>		
_____	+5	<input type="checkbox"/>		
<b>Huomautukset</b> _____				
Vaihteen pisteet: _____ (tarkastaja laskee)				

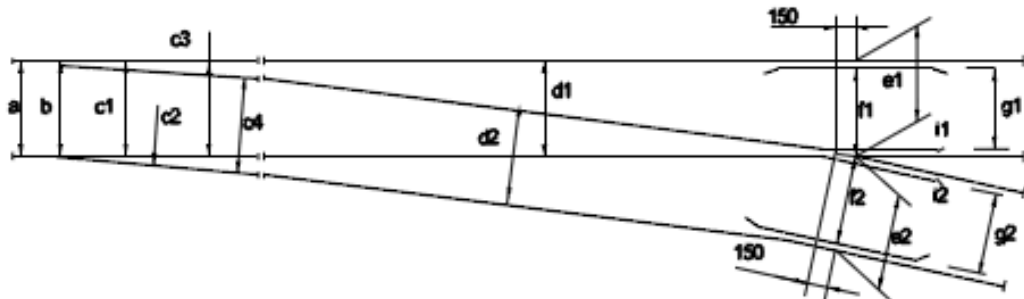
## Vaihteiden tarkastuksen mittaluvut

Yksinkertaiset vaihteet

Ulkokaarrevaihteet

Sisäkaarrevaihteet





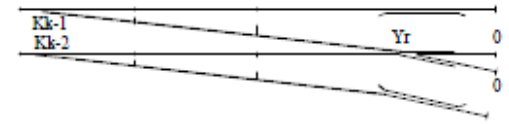




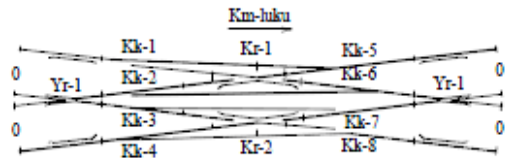
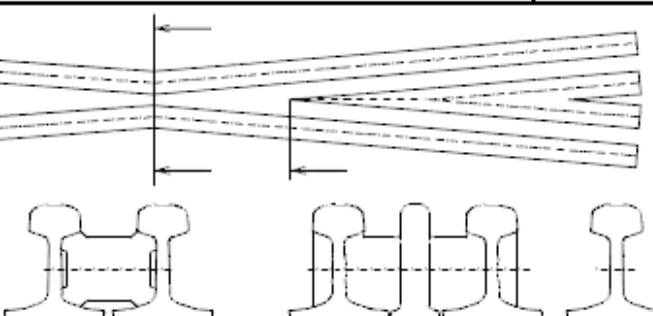
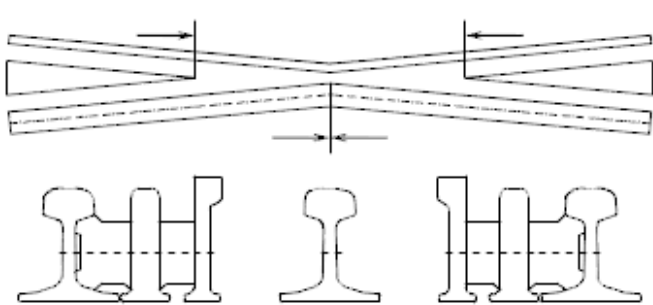
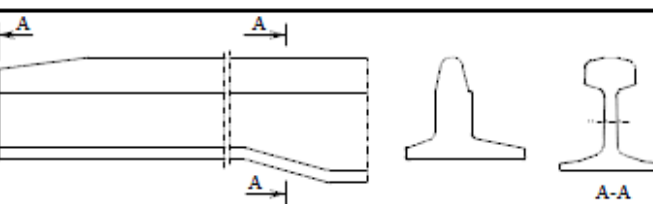
Tasapuoliset yksinkertaiset vaihteet



Normaaliarvot ja toleranssit

VAIHDETYYPPI	Nimellinen	Työn vastaanottotoleranssit				Kunnossapitotoleranssit				Akkuttiraja	
		uusi		kierrätys		sivuraide		pääraide		+	-
		+	-	+	-	+	-	+	-		
<b>YV60-300-1:9</b>											
a	1524	2	-2	3	-2	7	-3	6	-3	1535	1520
b	1525	2	-2	3	-2	6	-3	5	-3	1532	1520
c 1	1524	2	-2	3	-2	7	-3	6	-3	1535	1520
c 3	1524	2	-2	3	-2	10	-3	6	-3	1535	1520
c 2	1524	2	-2	3	-2	10	-3	7	-3	1547	1520
c 4	1524	2	-2	3	-2	15	-3	15	-3	1547	1520
d 1	1524	2	-2	3	-2	7	-3	6	-3	1535	1520
d 2	1524	2	-2	3	-2	15	-3	15	-3	1547	1520
e 1, 2	1524	1	-2	2	-2	2	-3	2	-3	1527	1519
f 1, 2	1482	2	-1	2	-1	2	-2	2	-2	1488	1478
g 1, 2	1438	0	-1	0	-1	0	-5	0	-4	1440	1432
i 1, 2	44	1	-0	1	-0	4	-1	3	-1	49	41
<b>YV60-900-1:18</b>											
<b>YV60-900-1:15,5</b>											
a	1524	2	-2	3	-2			6	-3	1535	1520
b	1524	2	-2	3	-2			5	-3	1531	1520
c1	1524	2	-2	3	-2			6	-3	1535	1520
c3	1524	2	-2	3	-2			6	-3	1535	1520
c2	1524	2	-2	3	-2			7	-3	1547	1520
c4	1524	2	-2	3	-2			7	-3	1547	1520
d 1	1524	2	-2	3	-2			6	-3	1535	1520
d 2	1524	2	-2	3	-2			7	-3	1547	1520
e 1, 2	1524	1	-2	2	-2			2	-3	1527	1519
f 1, 2	1482	2	-1	2	-1			2	-2	1488	1478
g 1, 2	1438	0	-1	0	-1			0	-4	1440	1433
i 1, 2	44	1	-0	1	-0			3	-1	49	41

<span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em; vertical-align: middle;">KÄYTETYN VAIHTEEN KUNTOARVIO</span>																																												
<b>YLESTIEDOT</b>																																												
Vaihdetyyppi: _____ Kinnitysjärj.:    K <input type="radio"/> Sid <input type="radio"/> Nauha <input type="radio"/>	KRV ___ - puoli Nyk. sijainti _____ Vn-nro _____ Ei raitteissa <input type="radio"/>																																											
<b>KUNTOARVIOINTI</b>																																												
<b>YV/TYV kielisovitus</b>																																												
Tukikiskot    Suora <input type="checkbox"/> Käyrä <input type="checkbox"/>	Keilat    Suora <input type="checkbox"/> Käyrä <input type="checkbox"/>																																											
Valm.vuosi _____	Valm.vuosi _____																																											
<b>KRV kielisovitus</b>																																												
Tukikiskot    I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/>	Keilat    I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/>																																											
Valm.vuosi _____	Valm.vuosi _____																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">Pölyt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Vaihtotarve (kpl yhteensä) _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">pituus _____</td> <td style="padding: 2px;">pituus _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2700 _____</td> <td style="padding: 2px;">4250 _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3000 _____</td> <td style="padding: 2px;">4500 _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3250 _____</td> <td style="padding: 2px;">4750 _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3500 _____</td> <td style="padding: 2px;">5000 _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3750 _____</td> <td style="padding: 2px;">6000 _____</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4000 _____</td> <td style="padding: 2px;">7500 _____</td> </tr> </tbody> </table>	Pölyt		Vaihtotarve (kpl yhteensä) _____		pituus _____	pituus _____	2700 _____	4250 _____	3000 _____	4500 _____	3250 _____	4750 _____	3500 _____	5000 _____	3750 _____	6000 _____	4000 _____	7500 _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Aluslevyt:    Vaihtotarve (kpl) _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Liukulevy _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Riipelevy _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tukikulmat:    Vaihtotarve (kpl) _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">1-riipeiset vaihdettava _____</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tukitönkät:    Vaihtotarve (kpl) _____</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Aluslevyt:    Vaihtotarve (kpl) _____		Liukulevy _____		Riipelevy _____		Tukikulmat:    Vaihtotarve (kpl) _____		1-riipeiset vaihdettava _____		Tukitönkät:    Vaihtotarve (kpl) _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Huom</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">_____</td></tr> </tbody> </table>	Huom	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Pölyt																																												
Vaihtotarve (kpl yhteensä) _____																																												
pituus _____	pituus _____																																											
2700 _____	4250 _____																																											
3000 _____	4500 _____																																											
3250 _____	4750 _____																																											
3500 _____	5000 _____																																											
3750 _____	6000 _____																																											
4000 _____	7500 _____																																											
Aluslevyt:    Vaihtotarve (kpl) _____																																												
Liukulevy _____																																												
Riipelevy _____																																												
Tukikulmat:    Vaihtotarve (kpl) _____																																												
1-riipeiset vaihdettava _____																																												
Tukitönkät:    Vaihtotarve (kpl) _____																																												
Huom																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
_____																																												
<b>Väläkiskosäue</b>																																												
Väläkiskot kpl    Suora <input type="checkbox"/> Käyrä <input type="checkbox"/>	Valm.vuosi _____																																											
<b>Risteysäue</b>																																												
Risteystyyppi _____																																												
Risteysen valm.vuosi/valmistaja _____ / _____	Kuntoarvio <input type="checkbox"/>																																											
KRV 2-kärkinen risteys valm.vuosi/valmistaja _____ / _____	Kuntoarvio <input type="checkbox"/>																																											
Vastakiskosovituksen	Tukikiskot    Suora <input type="checkbox"/> Käyrä <input type="checkbox"/>																																											
	Valm.vuosi _____																																											
	Vastakiskot    Suora <input type="checkbox"/> Käyrä <input type="checkbox"/>																																											
	Valm.vuosi _____																																											
	Vastakiskosäuelevyt vaihtotarve (kpl) _____																																											
<b>Jalkotoimenpiteet:</b>																																												
Kunnostus:    Työnsäällä <input type="radio"/> Vaihdettavilla <input type="radio"/> Käyttöön <input type="radio"/> Romutetaan <input type="radio"/>																																												
Kustannusarvio:    Materiaalit _____    Työ _____    Yhteensä _____ mk																																												
Työtunnit _____																																												
Arvion tehnyt _____ pvm _____ puh. ( ) _____																																												
<b>Selitykset</b>																																												
Kuntoluokat: Merkitään neidihin A = Ei vaadi toimenpiteitä B = Vaatii kunnostusta C = Vaihtotarve	Ympyrät rastitetaan tarpeen mukaan Mikäli koko kielisovitus tulee vaihdettavaksi, merkitään sekä suora/käyrä tukikisko että käyrä/suora kiskot KV-vaihteissa arviointi tehdään molemmista vaihteista erikseen KRV-vaihteissa sekä a- että b-puolelle tehdään oma arvio KRV:n kielen kärjistä katsottuna oikeanpuoleinen 2-kärkinen risteys kuuluu tähän TYV:ssä suora puoli on kärjistä katsoen vasen, käyrä puoli on oikea																																											

 <b>VAIHTEEN OSIEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA</b> <b>ULTRAÄÄNITARKASTUS</b>																																																														
Liikennepaikka _____ Vaihteen nro _____																																																														
Hitsausosan laadun merkintä kuvaan: - kuonauksen ma  - halkeama /sido maviirite  - huokosta 		<b>Merkintä</b> Eristysjatkos  Hitsausjatkos  Sidekiskoajatkos  Eniten käytetty raide 																																																												
		<b>Vaihde</b> YV - _____ KV - _____ YRV - _____ KRV - _____																																																												
	vika nro 211 vika nro 471/472		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">VIAN</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Merk</th> <th style="width: 15%;">Pituus</th> <th style="width: 15%;">Syvyys</th> <th style="width: 15%;">Nro</th> <th style="width: 15%;">Lk</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> Toimenpide-ehdotus _____	VIAN					Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																	
VIAN																																																														
Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																										
E. poikittaisten halkeamat H. päällehtisi irti tms M. muu vika		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">VIAN</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Merk</th> <th style="width: 15%;">Pituus</th> <th style="width: 15%;">Syvyys</th> <th style="width: 15%;">Nro</th> <th style="width: 15%;">Lk</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> Toimenpide-ehdotus _____	VIAN					Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																		
VIAN																																																														
Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																										
vika nro 223 vika nro 224 vika nro 212 vika nro 213		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">VIAN</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Merk</th> <th style="width: 15%;">Pituus</th> <th style="width: 15%;">Syvyys</th> <th style="width: 15%;">Nro</th> <th style="width: 15%;">Lk</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> Toimenpide-ehdotus _____	VIAN					Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																		
VIAN																																																														
Merk	Pituus	Syvyys	Nro	Lk																																																										
vika nro 223 vika nro 224 vika nro 212 vika nro 213	Lisätietoja _____ _____ _____	Toimenpide-ehdotus _____ _____ _____																																																												
TARKASTAJAT _____		_____ / _____ 20 _____																																																												