

Janne Roivainen

**VAIHTEENKÄÄNTÖLAITTEEN KÄÄNTÖVIRRRAN
ANALYSOINTI**

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2015**

TIIVISTELMÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Huhtikuu 2015	Tekijä/tekijät Janne Roivainen
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi Vaihteenkääntölaitteen kääntövirran analysointi		
Työn ohjaaja Hannu Puomio	Sivumäärä 39 + 2 Liitettä	
Työelämäohjaaja Markku Granlund		
<p>Opinnäytetyössä on tutkittu rautatievaihteen sähkökääntölaitteen toimintaa. Työn tilaajana on Liikennevirasto. Työssä on tutkittu vaihteenkääntölaitteen käännön aikaista virtaa eri olosuhteissa ja analysoitu mittaustuloksia.</p> <p>Selvitin työssä myös syitä miksi 2000-luvulla käytössä ollut vaihdediagnostiikan automatiikkajärjestelmän käyttö ei yleistynyt.</p>		
Asiasana asetinlaite, rautatievaihde, vaihteenkääntölaite.		

ABSTRACT

Unit Ylivieska Unit	Date April 2015	Author Janne Roivainen
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis Switch point machine, analysis of current output		
Instructor Hannu Puomio		Pages 39 +2 appendices
Supervisor Markku Granlund		
<p>In my thesis I have studied the operation of a railway switch point machine. The study has been ordered by The Finnish Transport Agency.</p> <p>I have studied the current output from the switch point machine in various environments, and analysed the results.</p> <p>I also studied reasons why the automation system of the railway switch diagnostics, which was in use in the 2000s, didn't become common practice.</p>		
Key words interlocking, point machine, railway switch		

KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

Asetinlaite

Asetinlaite on järjestelmä, jota käytetään junakulkuteiden varmistamiseen. Asetinlaite varmistaa kulkutie-ehtojen täyttymisen kulkutietä asetettaessa ja toteuttaa kulkutien varmistamiseen liittyvät toimenpiteet.

Vaihde

Elementti, joka mahdollistaa yksikön siirtymisen toiselle raiteelle.

Keskitetty vaihde

Keskitetty vaihde on vaihde, joka voidaan kääntää myös muulla tavalla kuin paikallisesti käsin.

Sähkökääntölaite

Muuntaa sähköisen energian mekaaniseksi kääntöliikkeeksi sekä lukitsee ja valvoo vaihteen asennon.

Rato

Ratatekniset ohjeet (RATO) on Liikenneviraston ohjekokoelma, jota sovelletaan Liikenneviraston hallinnoimalla rataverkolla. Liikennevirasto edellyttää RATO:n noudattamista kaikissa tilaamissaan radanpidon toimeksiannoissa.

Liikenteenohjaus

Vastaa junaliikenteenohjauksesta ja ratatöiden turvaamisesta rataverkolla. Liikenteenohjausta tehdään pääosin kauko-ohjausjärjestelmien ja turvalaitteiden avulla.

Kauko-ohjausjärjestelmä

Kauko-ohjausjärjestelmä on asetinlaitteesta erillinen ohjausjärjestelmä, jolla voidaan ohjata yhtä tai useampaa asetinlaitetta.

ESIPUHE

Haluan kiittää Liikenneviraston kunnossapitopäällikkö Markku Granlundia mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö vaihteen sähkökääntölaiteesta. Tämän lisäksi haluan kiittää myös työnohjaajana toiminutta opettaja Hannu Puomiota. Rautatiet ja niiden turvalaitteet ovat olleet oman kiinnostukseni kohteita jo 15- vuoden ajan.

Suurimmat kiitokset kuuluvat kuitenkin kotiin perheelleni, siitä että ovat mahdollistaneet opiskeluni ja siihen tarvittavan ajankäytön.

Janne Roivainen

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ESIPUHE
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 SUOMEN RATAVERKKO	5
2.1 Nykyinen rakenne.....	5
2.2 Käytössä olevat asetinlaitejärjestelmät.....	5
2.3 Rautatievaihde.....	7
3 VANHA SEURANTALAITTEISTO (poistettu julkisesta versiosta)	9
4 VAIHTEEN SÄHKÖKÄÄNTÖLAITE	11
4.1 Siemens Bsg. antr. 9 sähkökääntölaitteen rakenne (poistettu julkisesta versiosta).....	14
4.2 Sähkökääntölaitteen Bsg. antr. 9 toiminta (poistettu julkisesta versiosta).....	14
4.3 Sähköiset ominaisuudet Bsg. antr. 9 (poistettu julkisesta versiosta)	16
4.4 Määräaikaishuollot	17
5 VAIHDEOHJAUSRYHMÄN TOIMINTA JA MITTAPISTEET (poistettu julkisesta versiosta)	19
5.1 Vaihde V425 käännönaikainen virta perustilassa	22
5.2 Ulkoisten tekijöiden vaikutus vaihteen V425 kääntövirtaan.....	25
5.3 Vaihde V426 käännönaikainen virta perustilassa	27
5.4 Ulkoisten tekijöiden vaikutus vaihteen V426 kääntövirtaan.....	29
6 YHTEENVETO	32
6.1 Vaihde V425	34
6.2 Vaihde V426	36
6.3 Pohdintoja	36
LÄHTEET	38

LIITTEET (poistettu julkisesta versiosta)

1 JOHDANTO

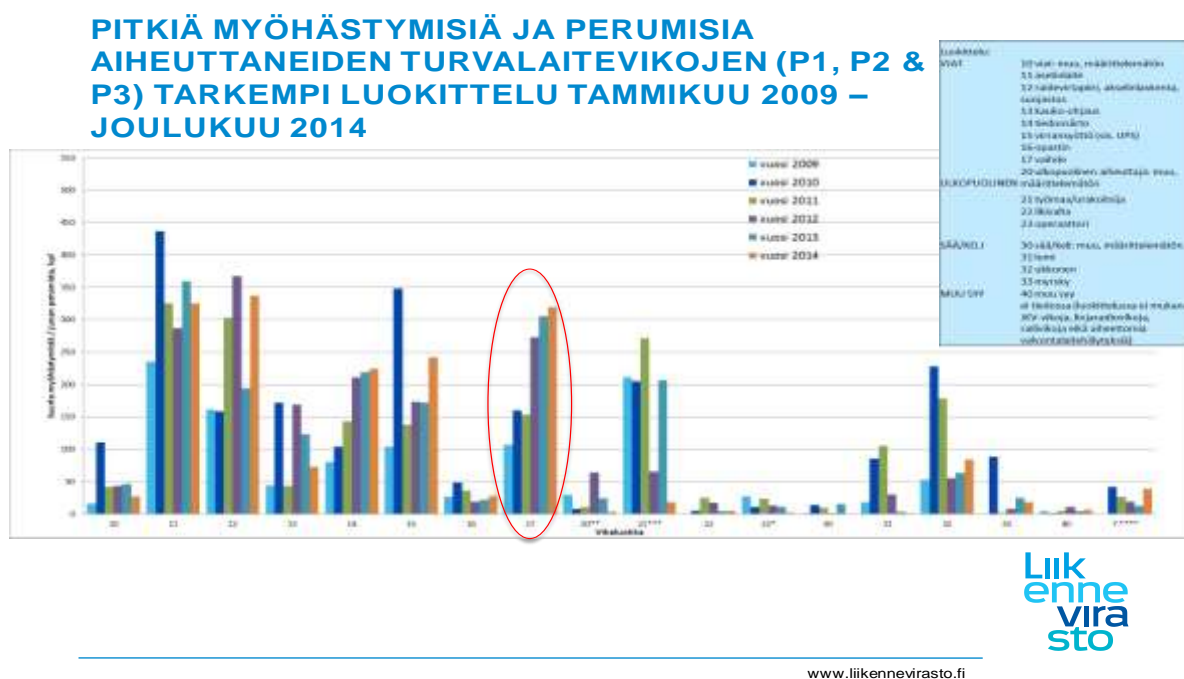
Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Liikenneviraston ja Centria ammattikorkeakoulun kanssa. Liikennevirasto vastaa valtion meriväylistä, rautatie- ja tieverkoista sekä niiden suunnittelusta, rakentamisesta, kunnossapidosta ja liikenteenohjauksesta. Liikennevirasto edistää toiminnallaan Suomen liikennejärjestelmän toimivuutta, liikenteen turvallisuutta sekä alueiden tasapainoista ja kestävästä kehitystä. Viraston vastuulla on lähes 19 miljardin euron väyläomaisuus.

Opinnäytetyössä perehdyin rautatievaihteen sähkökääntölaitteen toimintaan. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, voitaisiinko sähkökääntölaitteen kääntöä aikaisen virran perusteella ennakoita vaihteen kääntöhäiriötä ennen kuin ne eskaloituvat käyttöhäiriöiksi. Tutkimukset kohdennettiin Siemensin toimittamiin Bsg. antr. 9 tyyppin sähkökääntölaitteisiin, jotka ovat yleisimmät rataverkolla käytössä olevat vaihteen sähkökääntölaitteet. Muita rataverkolla käytössä olevia sähkökääntölaitteiden valmistajia ovat Thales ja Ericsson.

Rataverkonhallinta, liikennöinti ja kunnossapito ovat muuttuneet merkittävästi 2000-luvulla. Liikennevirasto ostaa suurimman osan palveluista alan toimijoilta. Raideliikennettä harjoittavat yritykset voivat ostaa ratakapasiteettia Liikennevirastolta.

Rataverkon kunnossapito on jaettu 12 kunnossapitoalueeseen ja neljään isännöintialueeseen. Kunnossapito ja isännöinti on kilpailutettu alan toimijoiden kesken. Liikennevirasto ostaa junaliikenteen liikenteenohjaus, liikennesuunnittelu ja matkustajainformaatio palvelut Finrail Oy:ltä. Opinnäytetyön kirjoitus hetkellä merkittävin rautatiekuljetustoimintaa harjoittava yritys on VR Group Oy.

Suomen rataverkko on pääasiassa yksiraiteista ja vaihteiden toimimattomuudella on merkittävät vaikutukset junaliikenteen täsmällisyyteen. Rautatievaihteen häiriötön toiminta on yksi tärkeimmistä asioista rataverkon häiriöttömän junaliikenteen aikaan saamiseksi (KUVIO 1).



KUVIO 1. Rautatieliikenteen täsmällisyys tammikuu 2009 joulukuu 2014 (Liikennevirasto 2015)

Vaihteisiin kohdistuneet viat näkyvät vikaluokassa 17. Junaliikenteeseen myöhästymisiä aiheuttaneet vaihdeviat ovat kasvaneet vuodesta 2009 lähtien. Tyypillisiä häiriöiden aiheuttajia ovat liukupintojen voiteluaineen kuluminen sekä lumesta ja jäädä johtuvat kääntymisongelmat.

Vaihteen kohdalla veturin pyöräkerran hiekoittaminen on kielletty. Vetokaluston osalta hiekoituksella parannetaan kiskon ja pyöräkerran välistä kitkaa. Uutena tekijänä ovat tulleet vaihtotyöhön käytettävät radio-ohjattavat veturit, joiden au-

tomaattisen luistonestojärjestelmän on mahdollista laskea hiekkaa paikasta riippumatta veturin pyöräkerran alle. Veturien hiekoitustoiminto on muussa kalustossa kuljettajan ohjattavissa. Vaihteisiin liittyviä kääntölaite ja asetinlaitevikoja esiintyy harvemmin, mutta ne ovat yleensä hankalampia ja pidempi kestoisia.

Liikennevirasto perii liikennöitsijöiltä ratamaksua bruttotonnikilometri periaatteella. Mikäli rataverkon käytettävyys poikkeaa oleellisesti ja siitä aiheutuu haittaa rautatieliikenteen harjoittajalle, on Liikenneviraston maksettava siitä korvausta rautatieliikennettä harjoittavalle yritykselle. Liikennevirastoa ja rautatieliikenteen harjoittajia kannustetaan parantamaan rataverkon käytettävyyttä. Korvauksista sovitaan tarkemmin rataverkon käyttösopimuksessa.

2 SUOMEN RATAVERKKO

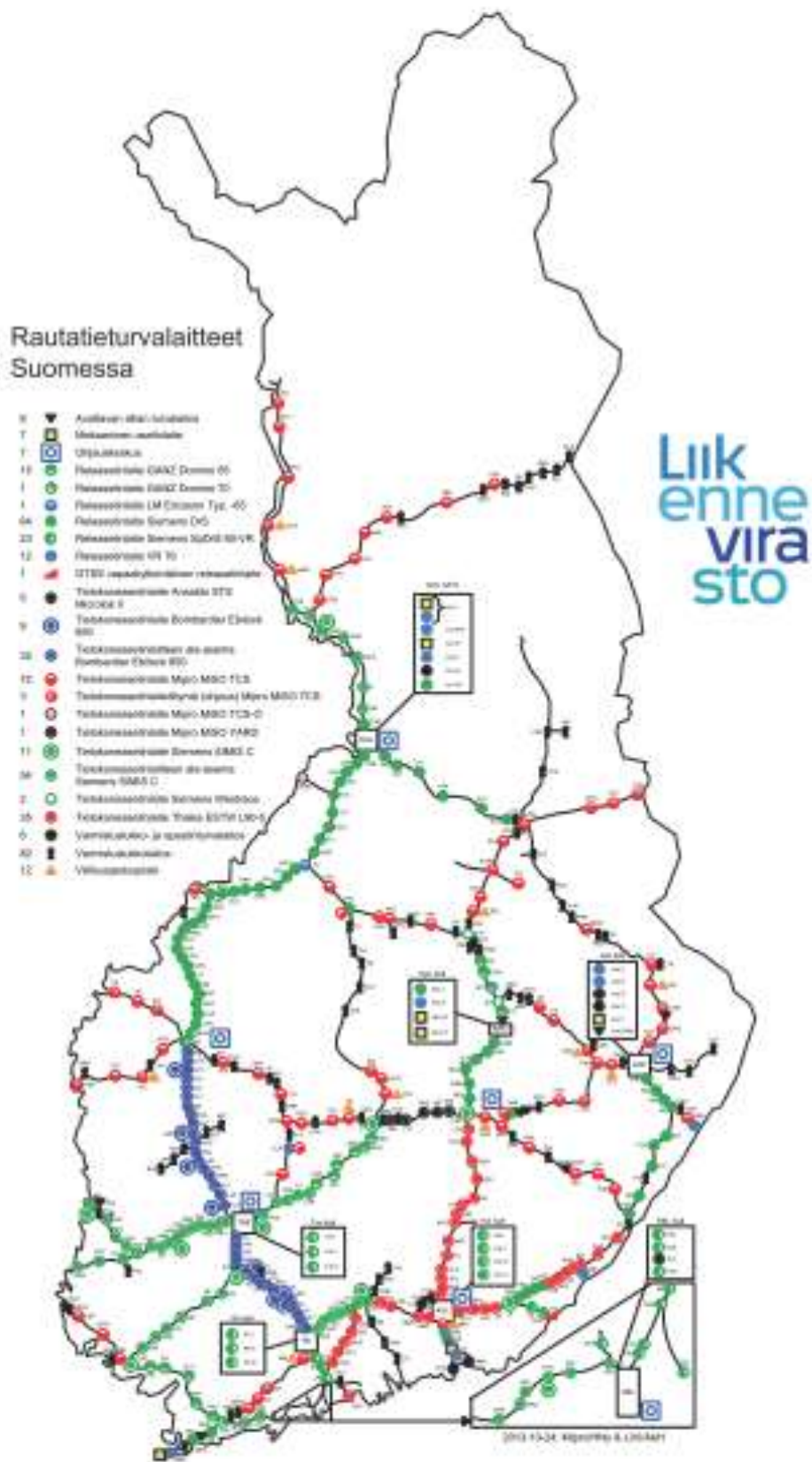
2.1 Nykyinen rakenne

Liikenneviraston hallinnoiman rataverkon pituus on 5944km, josta sähköistettyä raidetta on 2585km (Liikennevirasto 2014).

Suomen rataverkolla on 5386 vaihdetta, joista 3182 on varustettu vaihteenkääntölaitteilla (Liikennevirasto 2013).

2.2 Käytössä olevat asetinlaitejärjestelmät

Suomen rataverkolla on käytössä useita erilaisia asetinlaitejärjestelmiä (KUVIO 2). Vanhemmat asetinlaitteet ovat mekaanisia. Uudemmat asetinlaitteet on toteutettu rele- tai tietokonetekniikalla. Asetinlaitteilla turvataan junille kulkuteitä, ohjataan radan eri elementtejä kuten opastin ja vaihde. Asetinlaite välittää liikenteenohjaukselle tietoa radan elementtien tilatiedoista.



KUVIO 2. Rautatieturvallaitteet Suomessa (Liikennevirasto 2013)

2.3 Rautatievaihde

Suomessa on käytössä neljä vaihdetyyppiä: yksinkertaiset vaihteet (YV), kaksoisvaihteet (KV), risteysvaihteet yksipuolinen (YRV) ja kaksipuolinen (KRV) ja raideristeykset (RR). Yksinkertaisiin vaihteisiin kuuluvat myös kaarrevaihteet sisäkaarrevaihde (SKV) ja ulkokaarrevaihde (UKV) ja tasapuoliset vaihteet (TYV).

Tavallisimpia vaihteita ovat suorat yksinkertaiset vaihteet. Raideristeykset kuuluvat vaihteisiin, vaikka niiden kulkutiet ovatkin kiinteät (Liikennevirasto 2015).



KUVIO 3. Sähkökääntölaitteella varustettu YV54-200-1:9-V vaihde

Vaihteiden kääntämiseen on olemassa useita erilaisia kääntölaitteistoja. Tavallista käsikäyttöistä vaihdetta voidaan kääntää paikallisesti vaihteen vieressä olevan vaihteenasettimen avulla. Keskitettyjä vaihteita ohjataan asetinlaitteelta.

Vaihteet merkitään seuraavasti (Liikennevirasto 2015).

V426 YV 54 - 200 N - 1:9 - V

a b c d e f

V425 YV 60 - 300 P - 1:9 - O

TAULUKKO 1. Vaihteiden merkintä

kirjain	selite
a	vaihdetyyppi (YV, TYV, KV, YRV, KRV, SKV, UKV, RR, SRR)
b	kiskopaino (30, 43, 54, 60)
c	poikkeavan raiteen kaarresäde
d	raidelevyyden levitys tai kiskon lepopinnan kallistus. - jos vaihdetyypillä on versioita sekä raidelevyyden levityksellä että ilman sitä, N-kirjaimella ilmaistaan, ettei vaihteessa ole levitystä. - jos vaihdetyypillä on versioita sekä kallistamattomalla että kallistetulla kiskon lepopinnalla. P-kirjaimella ilmaistaan, että kisko on kallistamaton.
e	risteyssuhde
f	poikkeavan raiteen kätsisyys

3 VANHA SEURANTALAITTEISTO (poistettu julkisesta versiosta)

4 VAIHTEEN SÄHKÖKÄÄNTÖLAITE

Sähkökääntölaitteella varustettua vaihdetta ohjataan pääasiallisesti asetinlaitteelta, mutta sitä voidaan käyttää asetinlaitteen käyttäjän antaman niin sanotun paikalliskäyttöluvan avulla myös paikallisesti ohjauspainikkeista vaihteen viereltä.

Jokaisella sähkökääntölaitteella on oma yksilöivä tunnus vaihteen kääntölaitteen numero (VKL). VKL- numeron perusteella yksilöidään kääntölaitteiden huoltohistoria ja määräaikaishuollot.

Liikennevirasto edellyttää sähkökääntölaitteilta (TAULUKKO 2) mukaisia vaatimuksia. Myös muissa Liikenneviraston ohjeissa on viittauksia, jotka osaltaan koskevat sähkökääntölaitteita. Turvalaitejärjestelmän virtapiirejä, joissa on ulkona olevien laitteiden koskettimia, on syötettävä vähintään 48 V:n jännitteellä (Liikennevirasto 2015). Yleisin sähkökääntölaitteissa käytetty valvontajännite on 60 VDC.

TAULUKKO 2. Sähkökääntölaitteen toiminnalliset vaatimukset (Liikennevirasto 2015)

	Nimellinen	Toleranssi	Yksikkö
Toimintalämpötila-alue		-40...+50	°C
Kääntövoima			
a) kärkikääntölaite	3800	± 500	N
b) kantakääntölaite	4300	± 500	N
c) kääntyvä risteys	4300	± 500	N
Käyttöjännite 50 Hz 3~	400	± 10 %	V
Valvontajännite DC	60	± 10	V
Kääntöaika	4	-2 ... +2	s
Käynnistysvirta	6*	+0	A
Kääntövirta	2,5	+0,5	A
Kääntöliikkeen pituus			
a) kärkikääntölaite	143**	-2,5 ... + 3	mm
b) kantakääntölaite	94***	-2,5 ... + 3	mm
c) kääntyvä risteys	94***	-2,5 ... + 3	mm

* Sallittu 6 A lyhytaikaisesti, järjestelmässä 4 A hidas sulake.

** Vaihteenkääntölaite tulee olla mahdollista saada sisäisillä tai ulkoisilla laitteilla toimimaan kääntöliikkeen nimellispituudella 100–143 mm

*** Vaihteenkääntölaite tulee olla mahdollista saada sisäisillä tai ulkoisilla laitteilla toimimaan kääntöliikkeen nimellispituudella 36–94 mm

Vaihteen ja sähkökääntölaitteen turvallisen toiminnan takaamiseksi Liikenneviraston ohjeissa RATO 14 (TAULUKKO 3) on annettu vaihdetyypin mukaisesti sallitut arvot kielen ja tukikiskon välykselle. Rautatiehallituksen turvalaitejaoksen vaihteen tankojen säätöohjeessa on tarkennettu ohjeistusta Siemens Bsg. antr. 9 sähkökääntölaitteen käyttö- ja tarkistustankojen säätämisestä.

TAULUKKO 3. Vaihteiden kääntölaitteiden ja vaihteenkoskettimien säätöarvot (Liikennevirasto 2013)

Vaihdetyyppi	Varustelu	Kielen ja tukikiskon välys / mm			
		Säätökohde			
		Lukituslaite		Valvontalaite	
		Menee lukkoon	Ei mene lukkoon	Menee valvontaan	Ei mene valvontaan
YV54-1:9 käsiasetin	kiilalukko	3,0	4,0		
	vaihteenkosketin			3,0	4,0
YV54-1:9 sähkökääntölaite	kääntölaite	3,0	3,5	3,5	4,0
KRV54-1:9 sähkökääntölaite	kääntölaite A ja C	3,0	3,5	3,5	4,0
YV60-1:9 käsiasetin	kiilalukko	3,0	4,0		
	kärkivaihteenkosketin			3,0	4,0
	kantavaihteenkosketin			11,0 ⁽¹⁾	12,0 ⁽²⁾
YV60-1:9 ja UKV60 sähkökääntölaite	kääntölaite	3,0	3,5	3,5	4,0
	kantavaihteenkosketin			11,0 ⁽¹⁾	12,0 ⁽²⁾
YV60-1:11,1, 1:14, 1:18, 1:15,5, 1:26, 1:28 ja SKV60 sähkökääntölaite	kärkikääntölaite	2,0	3,0	3,0	4,0
	keskikääntölaite	2,0	3,0	3,0	4,0
	kantavaihteenkosketin			11,0 ⁽¹⁾	12,0 ⁽²⁾
	muut koskettimet			8,0	9,0
YV54-1:15,5, 1:25	kaikki kääntölaitteet	2,0	3,0	3,0	4,0

⁽¹⁾ sallittu raidelevyyden muutos 8 mm
⁽²⁾ Raidelevyyden muutoksen on oltava alle 9 mm

4.1 Siemens Bsg. antr. 9 sähkökääntölaitteen rakenne (poistettu julkisesta versiosta)

4.2 Sähkökääntölaitteen Bsg. antr. 9 toiminta (poistettu julkisesta versiosta)

4.4 Määräaikaishuollot

Sähkökääntölaitteille suoritetaan määräaikaishuoltoja Liikenneviraston ja laite-toimittajan ohjeiden mukaisesti. Täyshuolto suoritetaan 7 tai 9 vuoden välein, riippuen vaihteen sijainnista raiteessa. Sivuraiteella sijaitsevien vähemmän käännettävien vaihteiden kääntölaitteiden huoltoväli on 9 vuotta. Täyshuolto suoritetaan sisätiloissa, joka edellyttää kääntölaitteen irrottamista vaihteesta. Huollossa läpikäydään kaikki komponentit ja kuluneet osat uusitaan.

Täyshuollon päätteeksi kääntölaite testataan, sitä varten suunnitellussa testilaitteistossa. Kääntölaitteelle tehdään testilaitteistolla automaattisesti koekääntöjä, jossa mitataan esimerkiksi kääntölaitteen kääntövirrat ja kääntövoimat (KUVIO 6). Testauksesta hyväksytysti läpimenneet kääntölaitteet lähetetään kunnossapitäjille vaihto-ohjelman mukaisesti vaihdettaviksi.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä Liikennevirastolla on kääntölaitteiden täyshuolosta sopimus VR Track Oy vaihdetuotannon kanssa. Muut kentällä tapahtuvat huoltotoimenpiteet ja kääntölaitteiden vaihto, sekä niiden toimittaminen täyshuoltoon ovat rataverkon kunnossapitäjien vastuulla. Kentällä tapahtuvia vaihde- ja kääntölaitehuoltoja suoritetaan 3- 24 kk välein Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti.

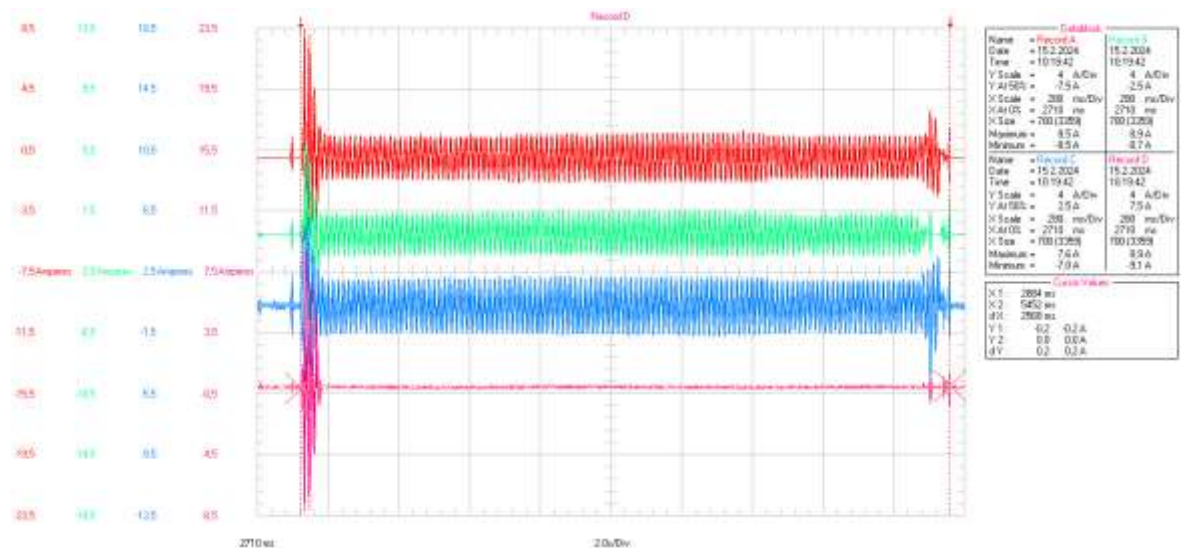
5 VAIHDEOHJAUSRYHMÄN TOIMINTA JA MITTAPISTEET (poistettu julkisesta versiosta)

5.1 Vaihde V425 käännönaikainen virta perustilassa

Ennen kääntövirtojen mittaamisen aloittamista tarkastin, että vaihteen liukupinnat olivat puhtaat, hyvin voidellut ja ettei lunta tms. liikettä haittaavaa jäykkyyttä ollut havaittavissa. Vaihteen kääntölaitteen numero on VKL 1710 (LIITE 1). Vaihdetta käännettiin ensin poikkeavaan asentoon, vaihde lukittui ja meni valvontaan. Tämän jälkeen vaihde käännettiin takaisin alkuperäiseen asentoon suoralle.



KUVIO 9. Vaihte V425 asento suoralle



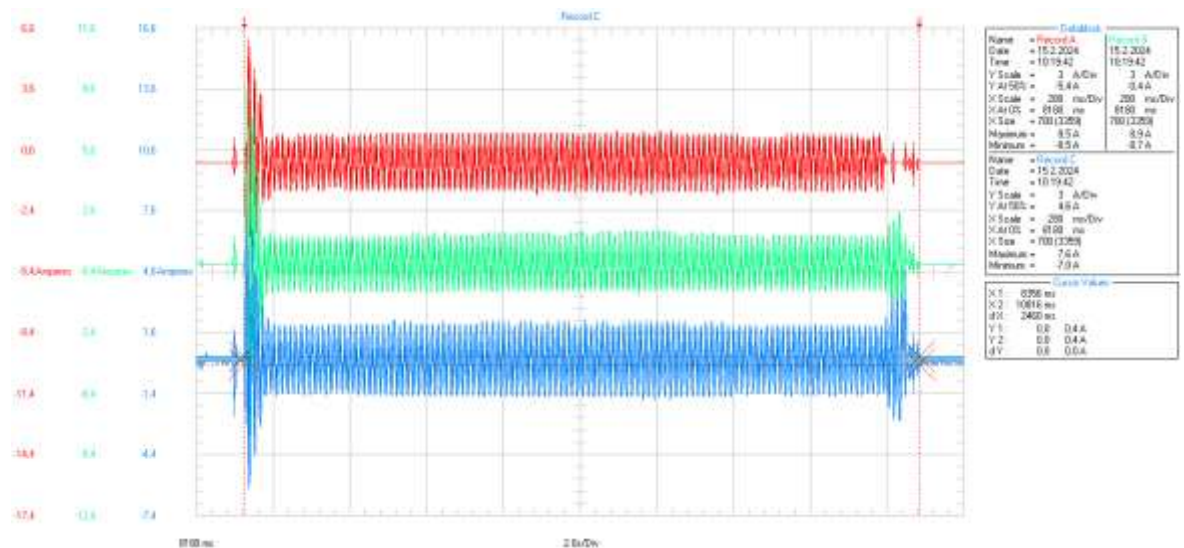
KUVIO 10 Vaihte V425 kääntövirta, kääntö poikkeavalle

Kääntölaiteen moottori ottaa käynnistyksessä lähes 9A hetkellisen käynnistysvirtapiikin, joka kestää 80ms ajan. Kanavasta D on nähtävissä hetkellinen sekakytkennän, eli nollajohtimen ja vaiheen R välinen käynnistysvirtapiikki. Käynnistys hetkestä 80ms ajan jälkeen, vaihteen kielet ovat liikahtaneet irti tukikiskosta ja valvontatankojen välityksellä kääntölaiteen koskettimet kytkivät moottorin toimimaan tähtikytkennässä. Käännönaikaiset virrat ovat tähtikytkennässä n.1,2A (TAULUKKO 5 ja 6). Käännönaikaisen virran perusteella voidaan todeta vaihteen kääntymiseen käytetty aika.

Kanavan D tarkastelu ei tuota lisäarvoa, jonka vuoksi se voidaan jättää myöhemmissä mittauksissa huomioimatta. Taulukoihin 5 ja 6 on kerätty kanavakohtaiset käännönaikaiset mittaukset.

TAULUKKO 5. V425 mittaukset käntö poikkeavalle

V425 käntö poikkeavalle			
mittapiste	käynnistysvirta [A]	käyntivirta [A]	käntöaika [ms]
Ch A	8,5	1,2	2568
Ch B	6,1	1,2	
Ch C	7	1,6	



KUVIO 11. Vaihte V425 käntövirta, käntö suoralle

TAULUKKO 6. V425 mittaukset, käntö suoralle

V425 käntö suoralle			
mittapiste	käynnistysvirta [A]	käyntivirta [A]	käntöaika [ms]
Ch A	6,1	1,2	2460
Ch B	8,9	1,2	
Ch C	7,4	1,6	

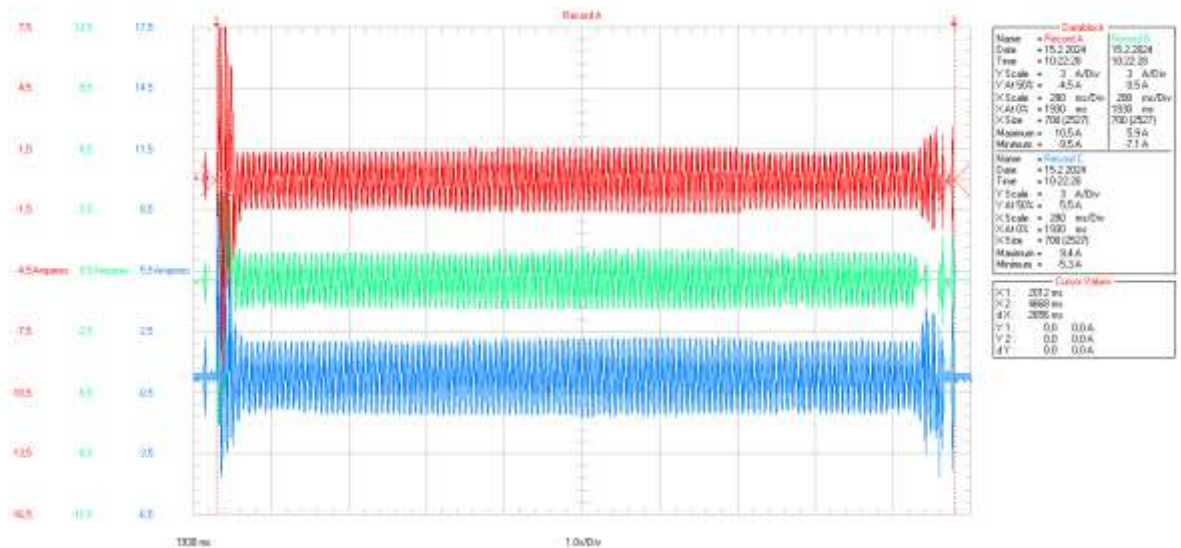
Taulukoista 3 ja 4 nähdään kääntösuunnan vaikutus vaihteen kääntöaikaan, sekä moottorin toimiminen tähtikytkennässä, jolloin käynninaikaiset vaihevirratt ovat lähes samansuuruiset.

5.2 Ulkoisten tekijöiden vaikutus vaihteen V425 kääntövirtaan

Tarkastellaan tilannetta, jossa vaihteenkielen ja tukikiskon väliin kääntöavustimen kohdalle on tippunut esimerkiksi liikkuvasta kalustosta lunta ja jäätä. Lumensulatusjärjestelmä ei vielä ole sulattanut aluslevyn päälle pudonnutta jääpalaa.



KUVIO 12. Jääpala kielen ja tukikiskon välissä



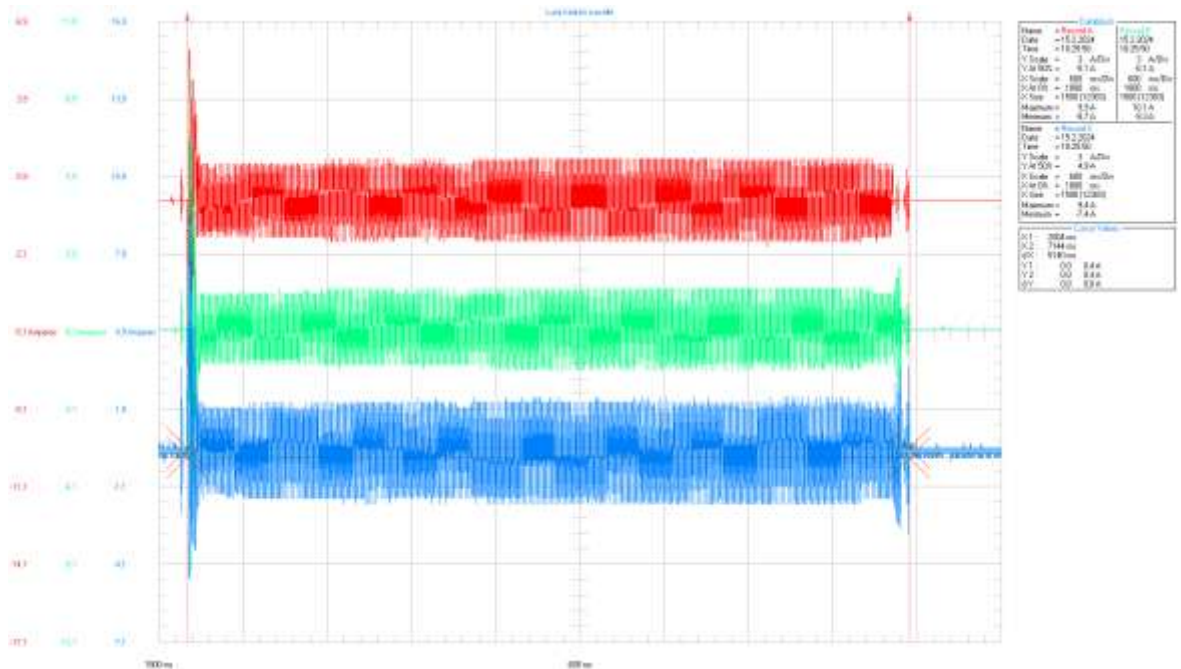
KUVIO 13. Vaihte V425 kääntövirta kääntö poikkeavalle

Kuviosta 13 nähdään jääpalan vaikutus kääntöaikaan, joka pitenee 196ms verrattuna normaalikäyttöön poikkeavaan asentoon. Kääntöajan pitenemisen lisäksi käännönloppuvaiheen kanavakohtaisissa kääntövirroissa tapahtuu kasvua.

Tarkastellaan lumipalan vaikutusta toiseen asentoon käännettäessä. Laitetaan lumipalat kielen kärkeen ja kääntöavustimen kohdalle (KUVIO 14). Käännetään vaihdetta suoralle.



KUVIO 14. Vaihte V425 lunta kielen välissä



KUVIO 15. V425 lumen vaikutus kääntövirtoihin, kääntö suoralle

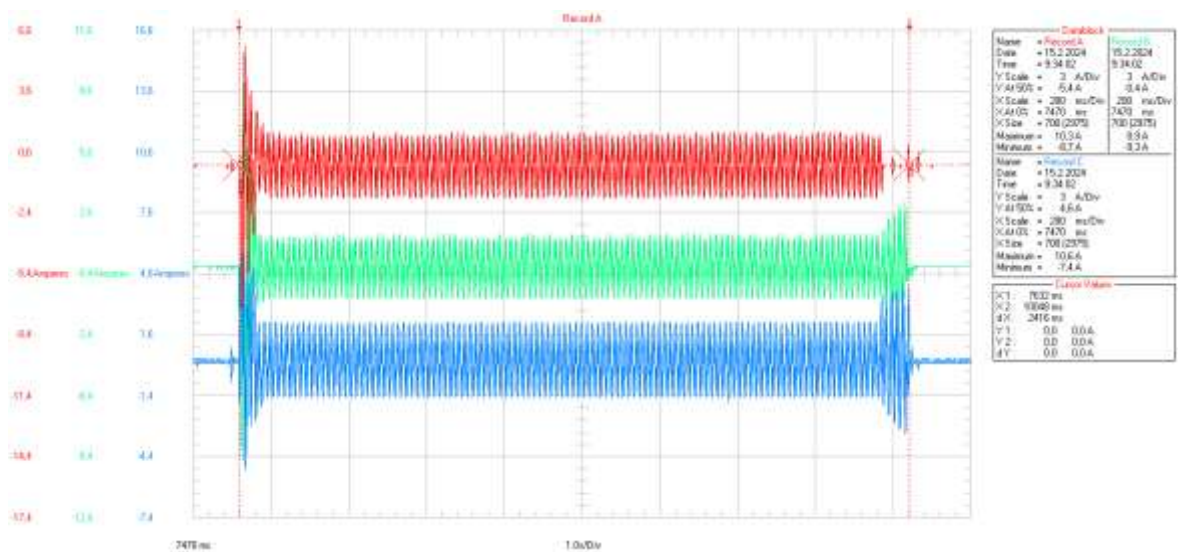
Kahden lumipalan vaikutuksesta kääntöajassa tapahtuu merkittävä muutos, kääntöaika pitenee 5140ms. Normaalikäyttöön verrattuna kääntöaika on pidentynyt 2680ms.

5.3 Vaihte V426 käännoaikainen virta perustilassa

Vaihte V426 toimii turvavaihteena ja se on erityyppin vaihte kuin V425. Vaihteen kääntölaitteen numero on VKL 5042 (LIITE 2). Toistetaan samat mittaukset vaihteeseen V426, kuin mitkä tehtiin vaihteeseen V425. Näiden lisäksi tutkitaan miten esimerkiksi veturin hiekoituslaitteesta pudonnut hiekka vaikuttaa vaihteen kääntymiseen.



KUVIO 16. Vaihte V426 asento poikkeavalle



KUVIO 17. Vaihte V426 kääntövirta, kääntö poikkeavalle

TAULUKKO 7. V426 mittaukset kääntö poikkeavalle

V426 kääntö poikkeavalle			
mittapiste	käynnistysvirta [A]	käyntivirta [A]	kääntöaika [ms]
Ch A	7,1	1,4	2416
Ch B	8,9	1,4	
Ch C	8,2	1,6	

TAULUKKO 8. V426 mittaukset käntö suoralle

V426 käntö suoralle			
mittapiste	käynnistysvirta [A]	käyntivirta [A]	käntöaika [ms]
Ch A	10,3	1,4	2468
Ch B	6,7	1,4	
Ch C	7,2	1,6	

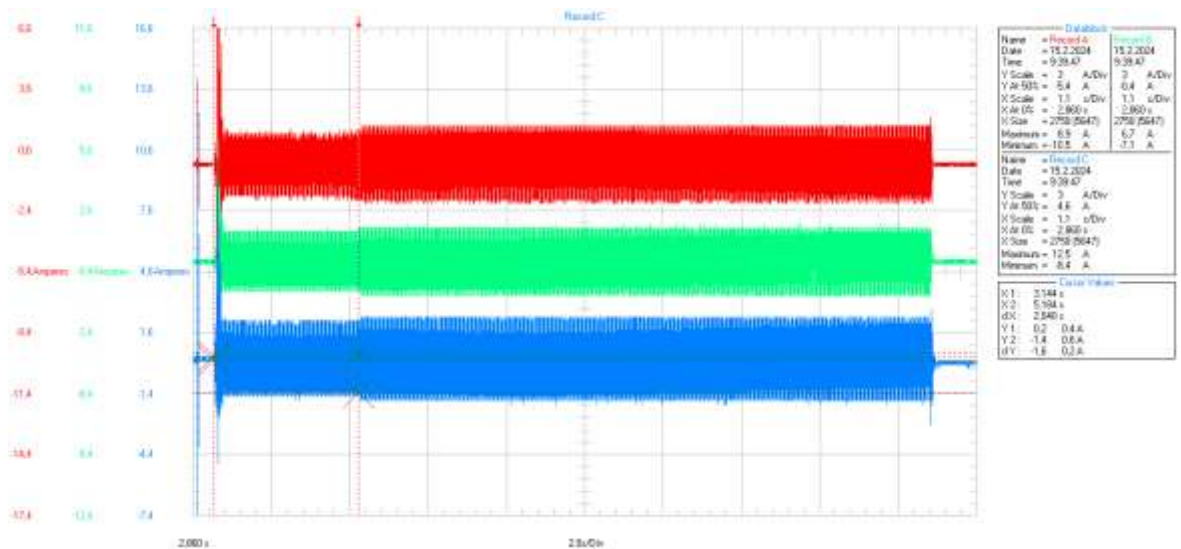
5.4 Ulkoisten tekijöiden vaikutus vaihteen V426 käntövirtaan

Tutkitaan vaihdetta V426 erilaisissa tilanteissa. Käännetään vaihdetta laittamalla este kielen ja tukikiskon väliin, siten ettei vaihde saavuta pääteasentoa (KUVIO 18).



KUVIO 18. V426 este kielen välissä

Kuviossa 19 on esitetty käntövirrat, kun kielen ja tukikiskon välissä on este. Vaihde ei saavuta pääteasentoa, se ei lukitu eikä mene valvontaan. 2040ms käntön jälkeen kielenliikkeen pysähdyttyä moottorin tuottama energia siirtyy pyörittämään käntölaitteen kitkakytkintä. Moottori jatkaa pyörimistä Sa- releen hidastuksen (10s) ajan ja pysähtyy.



KUVIO 19. Vaihde V426 kääntövirta, kääntö suoralle

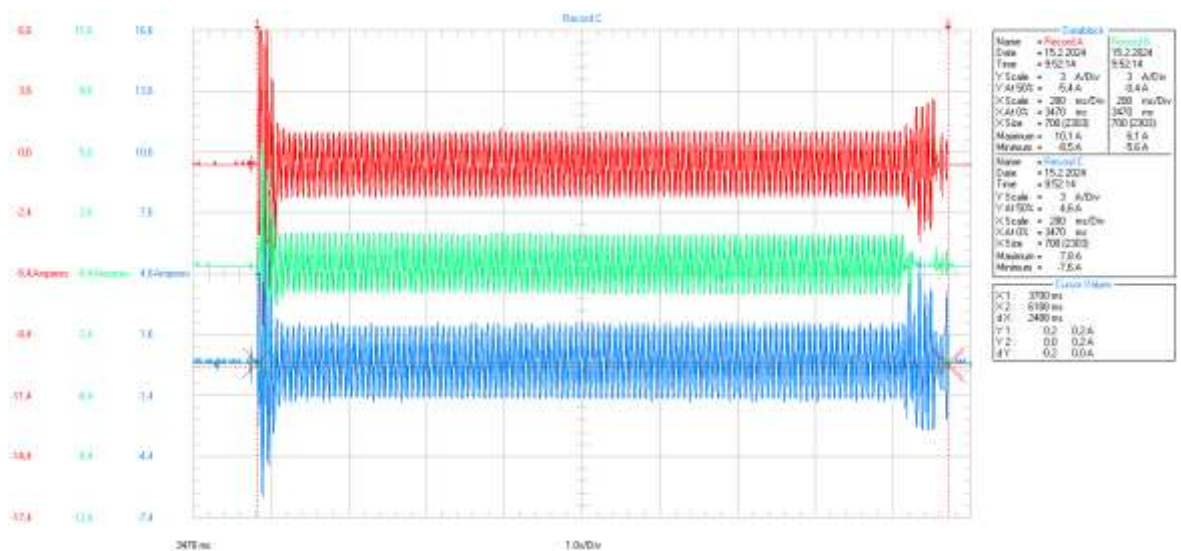
Kanavakohtaisesti mitatuissa virroissa tapahtuu kasvua 2040ms kääntöajan jälkeen. Kanavien A ja B kääntövirrat kasvavat $1,4\text{A} \rightarrow 1,6\text{A}$, kanavan C kääntövirta kasvaa $1,6\text{A} \rightarrow 2,0\text{A}$. Kuvion 19 mittaukset antavat kuvan siitä, että vaihteenkielien kääntöliikkeen pysähtyessä moottorin kuormitusvirta alkaa kasvaa, koska lukitussegmentti ei pääse toimimaan ja kääntölaitteen tuottama vääntömomentti alkaa pyörittämään kitkakytkintä.

Käännön loppuvaiheessa ei tapahdu samanlaista virran kasvua kuin esimerkiksi kuviossa 17, jolloin vaihde saavuttaa pääteasennon ja lukitussegmentti toimii. Kääntölaitteenkitkakytkin on mitoitettu siten, ettei kääntölaitteenmoottorin ottama virta ylitä asetinlaitteella olevien 4A tai 6A kääntösulakkeiden sulamisvirtapistettä.

Toistetaan mittaus asettamalla vähän hiekkaa aluslevyjen päälle.



KUVIO 19. Vaihte V426 hiekkaa aluslevyillä



KUVIO 20. Vaihte V426 hiekan vaikutus kääntövirtaan, kääntö suoralle

Aluslevyillä olevalla vähäisellä hiekan määrällä on merkitystä vaihteen kääntöaikaan, joka pitenee 2468ms → 2488 ms. Erotus hiekan ja normaali kääntöajan välillä on 20 ms.

6 YHTEENVETO

Pyrittäessä ennakoimaan vaihteen kääntöhäiriötä on tarkasteltava vaihteen kääntöaika kääntökomennosta pääteasentoon. Kääntöaika vaihtelee vaihdetyypin mukaisesti ja vaihteen kääntösuunnalla on vaikutusta kääntöaikaan. Tutkimuksen kohteena olleilla 1:9 vaihteella kääntöajat vaihtelevat kääntösuunnan mukaisesti 2400 - 2600ms välillä. Vaihdetyyppejä ja vaihteita on käsiteltävä yksilöinä. Tämä on tehtävä siksi, koska kääntölaitteen sähkömoottoreita on erityyppisiä ja niiden nimellisarvoissa on eroja (TAULUKKO 4). Pelkkä kääntöajan vertaaminen ei kuvaa vielä alkavaa kääntö ongelmaa riittävän tarkasti. Tämän vuoksi vaihteelle tai vaihdetyypille on määriteltävä normaali kääntöön mukaiset kääntöajat ja virrat. Nämä on myös huomioitava jatkossa kääntölaitteita vaihdettaessa.

Mittaamalla kääntölaitteen kääntövirtaa, sen alkamisesta kääntövirran loppumiseen saadaan selville vaihteen kääntymiseen kulunut kääntöaika ja virran muoto. Kääntöön loppuvaiheessa tapahtuva virtahuipun kasvu on myös otettava tarkasteluun mukaan. Loppuhetken virtahuipun ajanjakson pidentymisen perusteella voidaan nähdä, että kääntölaitteen lukitussegmentin lukituksen toiminen vaatii moottorilta hetkellisesti suuremman vääntömomentin, joka näkyy virrankasvuna. Loppuhetkellä tapahtuva virrankasvun ajanjakson pidentyminen on merkinä siitä, että kielen ja tukikiskon välissä on jotakin ylimääräistä, joka voisi seuraavilla kääntökerroilla estää lukitussegmentin toiminnan.

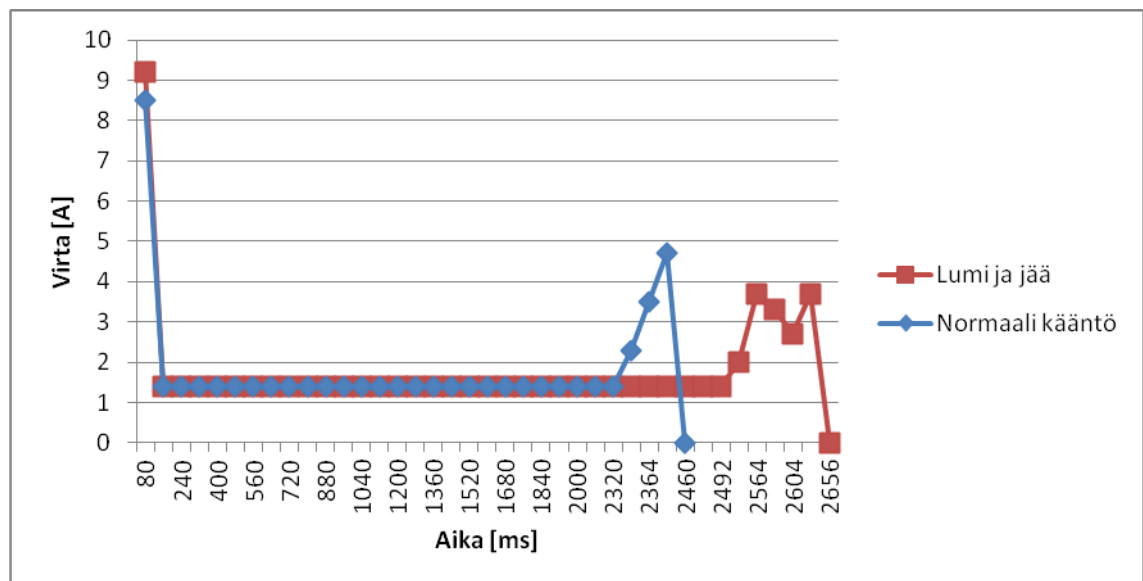
Uusissa asetinlaitevaatimuksissa on asetinlaitetta vaadittu ilmaisemaan yksilöity vaihdevika, mikäli vaihde ei ole saavuttanut pääteasentoa 10 sekunnin kuluessa kääntökomennosta. Vanhemmissa asetinlaitteissa vaihdevian ilmaisuvaade kääntökomennosta on ollut 6 sekuntia. Liikenteenohjaajalle tulee vaihdeviasta yksilöity tai summavikailmaisuu esim. "vaihde V426 ei ole kääntynyt 6s kuluessa".

Vaihteen normaalikäntöajan ja 6 tai 10 sekunnin välisenä aikana tapahtuvat kääntöaikojen pidentymiset, sekä kääntövirrassa tapahtuvat muutokset eivät nykyisissä liikenteenohjausjärjestelmissä tule esiin häiriöinä.

Kääntölaitteen käännönaikaisen virran perusteella on mahdollista tunnistaa alkavia vaihteen kääntymiseen liittyviä häiriötekijöitä. Kääntövirrassa tapahtuu suurimmat muutokset käynnistyksessä ja käännön loppuvaiheessa. Loppuvaiheen virran kasvu yhdessä kääntöajan pidentymisen kanssa ovat merkinä siitä, että vaihteen käännössä on alkavaa ongelmaa. Mittaustuloksia tulee verrata normaali käännössä mitattuihin arvoihin. Tämän perusteella on mahdollista tunnistaa alkavia ongelmia vaihteen kääntymisessä (KUVIO 21,22 ja 23).

Kääntölaittehuollossa ei ollut tietoa millaisia kääntölaitteen käännönaikaisenvirrat ovat todellisella kuormalla. Opinnäytetyöni toimii samalla tietona heille. Verratesa V425 ja V426 käännönaikaisia virtoja kääntölaittehuollon koestuspöytäkirjoissa oleviin arvoihin (LIITE 1 ja 2). Voidaan todeta että kääntölaittehuollon osalta testauslaitteiston tuottamat vastamomentit ovat hyvin lähellä todellista tilannetta radassa. Käynnistyshetken virroissa on jonkin verran eroa, mutta sillä ei ole käytön kannalta merkitystä. Virtamittauksissa syntyvät erot johtuvat erilaisista mitalaitteistoista ja niiden tarkkuudesta sekä asetinlaitteen ja kääntölaitteenvälisestä kaapelipituudesta. Suurin sallittu asetusäisyys kääntölaitteella voi olla maksimissaan 6,5km.

6.1 Vaihde V425

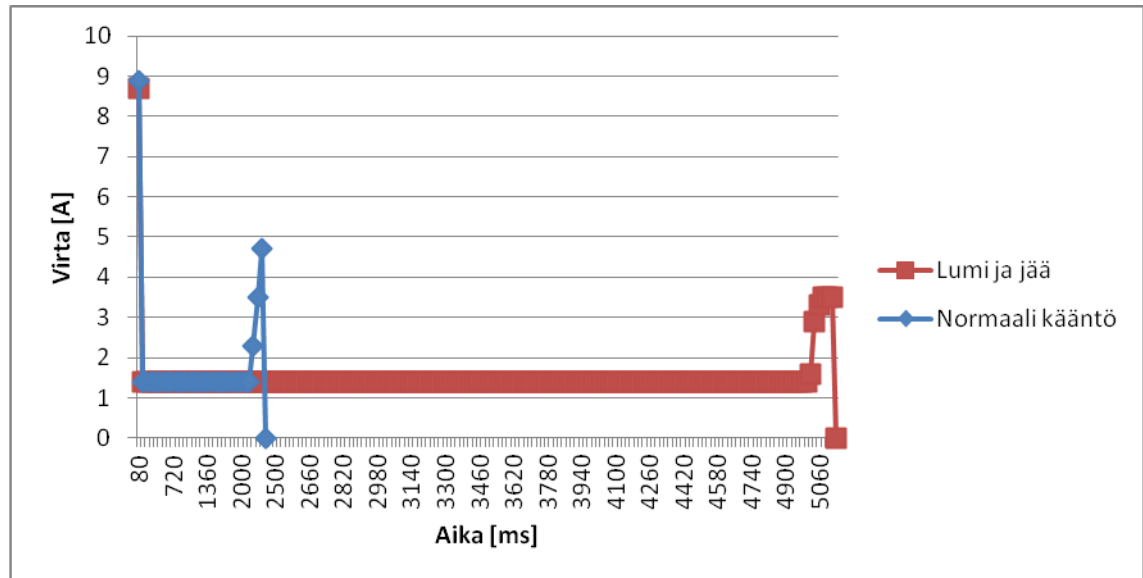


KUVIO 21. Vaihde V425 käännönaikainen virta ajan funktiona

Kuviossa 21 on yhdistetty oskilloskoopin mittaustulokset samaan aikajanaan (KUVIO 10 ja 13). Vaihdetta käännetään poikkeavaan asentoon. Lumi ja jää vaikuttavat käänntöaikaan, joka pitenee 196ms, sekä loppuhetken virrankasvun ajanjakso pitenee.

Mikäli lumensulatusjärjestelmä ei olisi pystynyt sulattamaan lunta ja jäätä pois kielen välistä jatkuisi käänntöajan pidentyminen lumen paakkuuntumisen myötä.

Molemmissa käännöissä vaihde lukittui ja meni valvontaan. Lumen ja jään sullettua pois palautui käänntöaika ja virta normaalikäännön mukaiseksi.

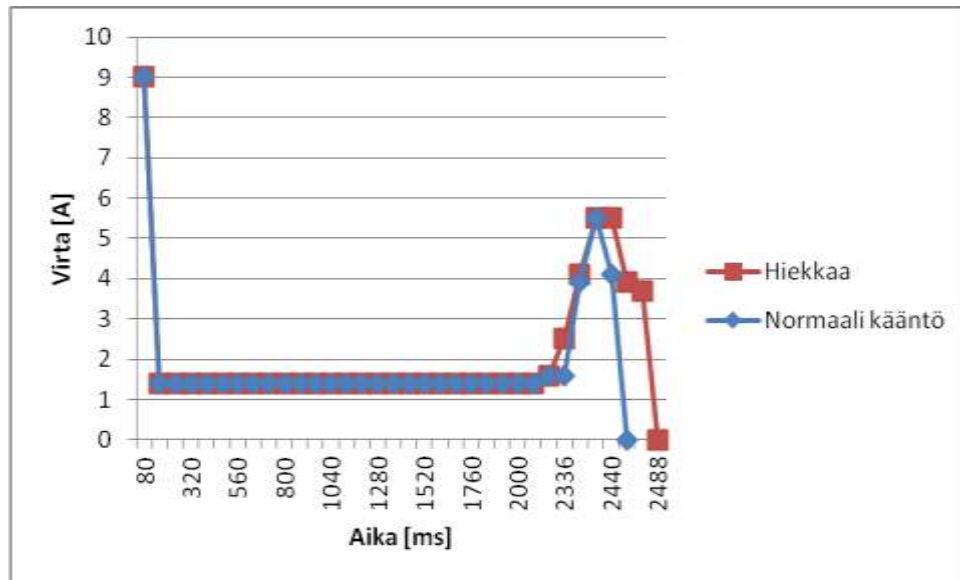


KUVIO 22. Vaihde V425 käännönaikainen virta ajan funktiona

Kuviossa 22 on purettu oskilloskoopin mittaustulokset samaan aikajanaan (KUVIO 11 ja 15). Vaihdetta käännetään suoralle. Lumi siirtyy kielen edellä kohti tukikiskoa. Sen käntöliikettä vastustava voima ei vielä saa käntölaitteen kitkakytkintä luistamaan. Lumen puristuminen kielen ja tukikiskon väliin saa aikaan käntöajan pidentymisen, mutta sillä ei ole merkittävää vaikutusta käntön loppuhetken virtaan.

Molemmissa käntöissä vaihde lukittui ja meni valvontaan alle 6 sekunnin kuluessa käntökomennosta.

6.2 Vaihde V426



KUVIO 23. V426 käännönaikaiset virrat ajan funktiona

Kuviossa 23 on kuvattu vaihteen V426 normaali kääntymisen suoralle ja käntö, jossa on vähän hiekkaa aluslevyillä (KUVIO 19 ja 20). Hiekka vaikuttaa käntöaikaan, joka pitenee 20ms. Käännön loppuhetken virran huippuarvoissa tapahtuu kasvua, koska lukitussegmentin lukittuminen vaatii käntölaitteen moottorilta enenemmän tehoa ja vääntömomenttia. Molemmissa käännöissä vaihde lukittui ja meni valvontaan.

6.3 Pohdintoja

Työ oli antoisa koska vaihdehallillakaan ei ollut tietoa siitä millaisia virtoja vaihteissa esiintyy, kun ne ovat radassa. Vaihteen voitelun tarvetta voisi ohjata käntöajan muutoksen perusteella. Rataverkon rataosien liikennetiheys vaihtelee merkittävästi. Sivuraiteiden vaihteet käntyvät usein huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi pääraiteessa tai suurien ratapihojen tulovaihteet. Käntövirtaa mittaamalla voitaisiin kerätä vaihdekohtaisesti vaihteen käntömääriä. Käntömääri-

en perusteella voitaisiin ohjata kääntölaitehuoltoa nykyisen 7-9 vuoden syklistä kääntömääriin perustuvaksi tai vaihtoehtoisesti vähän käännetyille vaihteille voitaisiin suorittaa kääntölaitehuollossa kevyemmät huoltotoimenpiteet.

Kääntövirtaa mittaavalla laitteistolla voitaisiin helpottaa vaihdevikojen viankorjausta. Vaihdevika voitaisiin rajata nykyistä helpommin ulkolaitteen ja asetinlaitteen kesken. Tämän perusteella voidaan ohjata paikalle sähkö- tai vaihdealan korjaaja.

Mittalaitteelta vaaditaan hyvää tarkkuutta ja nopeaa reagointikykyä virranmuutoksiin ja sen näytteenottotarkkuus on oltava riittävä. Mitta-alueen on oltava 0-10A.

Kääntövirran mittaaminen on mahdollista toteuttaa yhdellä virtaa mittavalla pihvivirta anturilla. Yhdellä anturilla toteutettuna kääntövirtaa on mitattava kanavan C mittapistestä. Kanavan C virtakäyrästä on nähtävissä molempien pääteasentojen vaatima virrankasvu, joka johtuu lukitussegmentin toimimisesta. Mikäli on tarve eliminoida moottori ja vaihderyhmän vikoja on silloin oltava käytössä myös mittapistet A ja B. Yhdellä mittapistellä toteutettuna sähkömoottorin kahden muun käämin mahdolliset käämiviivat jäävät havaitsematta.

Parhaimman hyödyn vaihteen kääntövirtaa mittaavasta järjestelmästä saataisiin sellaisista vaihteista, joita käännetään paljon (useita kertoja tunnissa). Järjestelmän tulisi olla erillinen sillä muuten se lisää liikenteenohjaajien työtä liikaa. Järjestelmää tulisi ylläpitää esimerkiksi Liikenneviraston teknisen valvomon tai radan kunnossapitäjän toimesta, sillä esimerkiksi vaihteen huoltotoimenpiteet eivät saisi sekoittaa sen toimivuutta.

LÄHTEET

Creanord Oy.2007. Hipoint järjestelmän analysointiautomaatiikan kehittäminen.

Korhonen, M. 2015. Haastattelu 2.3.2015. Ramboll Cm Oy.

Liikennevirasto asetinlaiteilmaisut. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/fir_asetinlaiteilmaisut_v2.2_web.pdf
.Luettu 22.2.2015.

Liikennevirasto junien täsmällisyystilastot . Www-dokumentti. Saatavissa:

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/aineistopalvelut/tilastot/rautatietilastot/junien_tasmallisyys#.VOcfGS7fpdw. Luettu 21.2.2015.

Liikennevirasto ratatiedon extranet.

Liikennevirasto ratatekniset ohjeet vaihteet RATO 4. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-22_rato_4_web.pdf. Luettu 1.3.2015.

Liikennevirasto ratatekniset ohjeet turvalaitteet RATO 6. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf. Luettu 22.2.2015.

Liikennevirasto ratatekniset ohjeet vaihteiden tarkastus ja kunnossapito RATO 14. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-07_rato14_web.pdf. Luettu 21.2.2015.

Liikennevirasto rautatieturvalaitteiden yleiset kunnossapito-ohjeet sekä tarkastus ja huolto-ohjeet. Www-dokumentti saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_rautatieturvalaitteiden_yleiset_kunnossapito-ohjeet.pdf#page=1&zoom=auto,-76,842. Luettu 28.2.2015.

Liikennevirasto rautateiden verkkoselostus 2015. Www-dokumentti saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lv_2013-02_rautateiden_verkkoselostus_2015_web.pdf. Luettu 8.2.2015.

Liikennevirasto Suomen rautatietilasto 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2014-02_suomen_rautatietilasto_web.pdf. Luettu 21.2.2015.

Liikennevirasto vaihdetilasto 31.12.2013.

Liikennevirasto vaihteenkääntölaitteen tekniset toimitusehdot. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_vaihteenkaantolaitteidentekntoimehdot_1836.pdf. Luettu 21.2.2015.

Liikennevirasto vaihteentankojen säätöohje TLJ nro 36. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/siemens_vaihteen_tankojen_saatoohje.pdf. Luettu 22.02.2015

Pappila, P. 2015. Toimitusjohtajan haastattelu 26.1.2015. Peverk Oy.

Vaihteenkääntölaite Bsg. antr. 9 käyttöohje. Siemens AG 1997.

VR Track Oy. 2015. Vaihdetuotanto vaihteenkääntölaitteen koestusraportti.

