



Tampereen raitiotien talvikunnossapitokaluston määrittely

Jere Paloluoma

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

PALOLUOMA, JERE:
Tampereen raitiotien talvikunnossapitokaluston määrittely

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Marraskuu 2019

Opinnäytetyö tehtiin Tampereen raitiotien kunnossapitoallianssille ja työn toimeksiantajana toimi NRC Group Finland Oy, joka on yksi kunnossapitoallianssin osapuolista. Kunnossapitoallianssin muodostaa Tampereen Raitiotie Oy, NRC Group Finland Oy ja YIT Suomi Oy.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella vaadittava kalusto raitiotien tehokkaaseen talvikunnossapitoon. Opinnäytetyössä toiminnallisena osuutena oli raitiovaunun avoimen tilan ulottuvuuksien tulkintamitan suunnittelu ja toteutus. Kirjallinen osuus esittelee raitiotien talvikunnossapitoa yleisesti, sekä syventyy talvikunnossapidon tehon maksimoimiseen kartoittamalla tähän parhaiten soveltuva kalusto.

Tampereen raitiotie on maailman pohjoisin raitiotielinja. Tampereen raitiotiellä on olennaisia eroavaisuuksia esimerkiksi Suomessa jo kulkevaan Helsingin raitiotiehen, joten joitain ratkaisuja on jouduttu kehittämään itse.

Tampereen raitiotien rataosuus valmistui vuonna 2019 lähes kokonaan, sekä hankkeen prototyypivaunu saapui varikolle talvikautena 2019–2020, jonka koeajot olivat määrä alkaa heti saapumisensa jälkeen. Tästä syystä talvikunnossapidon suunnittelu ja käyntiin saaminen oli ajankohtaista opinnäytetyön tekoaikana.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management.

PALOLUOMA, JERE:
Defining Winter Maintenance Equipment for Tampere Tramway

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 2 pages
November 2019

This thesis was done for the Tampere Tram Maintenance Alliance and was commissioned by NRC Group Finland Oy, one of the parties of the maintenance alliance. The maintenance alliance consists of Tampereen Raitiotie Oy, NRC Group Finland Oy and YIT Suomi Oy.

The purpose of this thesis was to design the required equipment for efficient winter maintenance of the tramway. The functional part of the thesis was the design and implementation of a measure of the interpretation of the open space dimensions of a carriage. The written part introduces the winter maintenance of the tramway in general, and delves into maximizing the efficiency of winter maintenance by identifying the most suitable equipment for this.

The Tampere tram is the world's northernmost tram line. Tampere tram has significant differences for example to the Helsinki tram which is already running in Finland, therefore some solutions had to be developed.

Building of the Tampere tramway track itself was nearly completed in 2019, the project's prototype carriage arrived at the depot during the winter season 2019-2020, with test runs scheduled to begin immediately upon arrival. For this reason, planning and launching winter maintenance was topical at the time of writing the thesis.

Key words: tram, maintenance, winter, equipment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TALVIKUNNOSSAPITO TAMPEREEN RAITIOTIELLÄ	8
	2.1 Kunnossapitoallianssi.....	8
	2.2 Raitiotien talvikunnossapidon tehtävät	8
3	ONGELMAKOHTTEET SEKÄ RATKAISUJA VAATIVAT ASIAT	10
	3.1 Lähellä rataa olevat rakenteet	10
	3.1.1 Sopiva lumiaura tai rakenteen muokkaus	11
	3.2 Pysäkin reunakiven pintojen puhdistus jäästä.....	12
4	TUTKIMUS JA KEHITYS	13
	4.1 Nykyinen kalusto	13
	4.1.1 Lännen Kaivin 8800K	13
	4.1.2 Lumiaura.....	14
	4.1.3 Hiekoituskauha	14
	4.1.4 Takaharja.....	15
	4.1.5 Uraputsari	16
	4.2 Pysäkkien talvikunnossapito	18
	4.2.1 Pysäkkikatosten lumenpoisto	19
	4.2.2 Liukkauden torjunta	19
	4.2.3 Lumen luonti sekä hiekoitus kaivinkoneella radan päältä ...	20
	4.2.4 Pysäkkialueen radan puolen auraus.....	21
	4.3 Erikoiskalusto	22
	4.3.1 Tulkintamitan suunnittelu ja teettäminen	23
5	KALUSTON VALINTA.....	25
	5.1 Alihankinnassa vaadittavat laitteet	25
	5.1.1 Kiskopyöräkaivinkone	25
	5.2 Radan auraus ja puhdistus.....	26
	5.3 Pysäkkialueen talvikunnossapitoon vaadittavat laitteet	27
6	ONGELMAKOHTIEN RATKAISUT	28
	6.1 Lähellä rataa olevat kohteet	28
	6.1.1 Reunakivi.....	28
	6.1.2 Perustukset.....	28
	6.2 Pysäkin reunakiven jäänpoisto.....	28
7	POHDINTA	30

LÄHTEET	31
LIITTEET.....	32
Liite 1. Tulkintamitan alkuperäinen suunnitelma ja mittakuva.	32
Liite 2. Raitiovaunun alahelman ja telin mitoitus uutena ja kuluneena. (Kunnossapitoallianssi)	33

LYHENTEET JA TERMIT

Allianssi	Hankemalli, jossa toimijat jakavat hankkeen riskit ja hyödyt
ATU	Raitiovaunun avoimen tilan ulottuvuus
POME	Pomarkun Metalli, metallipaja ja kalustovalmistaja
Prototyyppi	Esineen tai asian ensimmäinen versio
Sekaliikenne(laatta)	Tien osuus, missä kulkevat sekä autot, että raitiovaunut
Teli	Akselisto, jonka päällä vaunuosa on
TRO	Tampereen Raitiotie Oy

1 JOHDANTO

Tampereen raitiotien rakentaminen aloitettiin vuonna 2017 ja sen on määrä valmistua vuonna 2021. Vaikka Tampereen raitiotien kaupallinen liikennöinti alkaa, sekä hankkeen valmistumispäivämäärä on syksyllä 2021, on hankkeen rata-osuuden rakentaminen saatu lähes valmiiksi jo vuonna 2019.

Tarve tämän opinnäytetyön tekemiselle löytyi, koska raitiovaunun prototyyppi saapuu Hervannan varikolle vuonna 2020, jonka on määrä aloittaa koeajot saapumisensa jälkeen. Tämän vuoksi raitiotieradan talvikunnossapidon on oltava toiminnassa jo talvikaudella 2019-2020.

Työn tavoitteena on löytää ja suunnitella toimiva ja tehokas kalusto raitiotien talvikunnossapitoon, sekä ratkaista ongelmakohtia. Näitä ongelmakohtia ovat lumen ja jään poistaminen pysäkkialueilta, ja lähellä rataa olevien esteiden, kuten pylväasperustusten ja reunakivien läheltä auraaminen rikkomatta näitä tai kalustoa.

Opinnäytetyössä on sekä teoria-, että käytäntöosuus. Käytännön osuus koostuu raitiovaunun ulottumien tulkin suunnittelusta, sen prototyypin valmistamisesta sekä valmiin tulkin teettämisestä. Teoriaosuus on tehty käyttäen jo olemassa olevia dokumentteja, haastatteleamalla kunnossapidosta vastaavia henkilöitä, perehtymällä eri kalustovalmistajien tarjontaan ja tutustumalla muiden pohjoisten kaupunkien raitiotieradan talvikunnossapitoon.

Osa opinnäytetyöstä on salaista tietoa, ja nämä on opinnäytetyön julkisesta versiosta rajattu pois. Osa hankittavasta kalustosta jää vain opinnäytetyön tekijän ja kohdeyrityksen tietoon.

2 TALVIKUNNOSSAPITO TAMPEREEN RAITIOTIELLÄ

2.1 Kunnossapitoallianssi

Tampereen raitiotien kunnossapidosta vastaa kunnossapitoallianssi, jonka osapuolet ovat NRC Group Finland Oy, YIT Suomi Oy ja Tampereen Raitiotie Oy. Tampereen Raitiotie Oy solmi sopimuksen YIT Suomi Oy:n ja NRC Group Finland Oy:n kanssa helmikuussa 2019. Sopimuskaudeksi määriteltiin 12.2.2019—31.5.2029 ja se jakautuu toukokuun lopussa vuonna 2022 päättyvään kehitysvaiheeseen, ja sen jälkeen erikseen tilattaviin kaksivuotisiin kunnossapitajaksoihin.

Kunnossapitosopimus on rakentamisen allianssisopimuksen optio. Kunnossapitosopimuksen tavoitteellinen budjetti on noin 21,8 miljoonaa euroa, johon kuuluu kehitysvaiheen osuus noin 4,6 miljoonaa euroa. Sopimuksen osuus sekä NRC Group Finland Oy:llä, että YIT Suomi Oy:llä on 50 prosenttia.

Kunnossapitoallianssi huolehtii raitiotieradan kunnossapidosta rakentamiskauden, kaupallisen koeliikenteen sekä virallisen liikennöinnin käynnistyessä vuonna 2021. Sopimuksen ehtoihin sisältyy, että mikäli raitiotien toinen vaihe päätetään rakentaa, kuuluu myös se saman kunnossapitosopimuksen piiriin. (Tampereen Ratikka A, 2019)

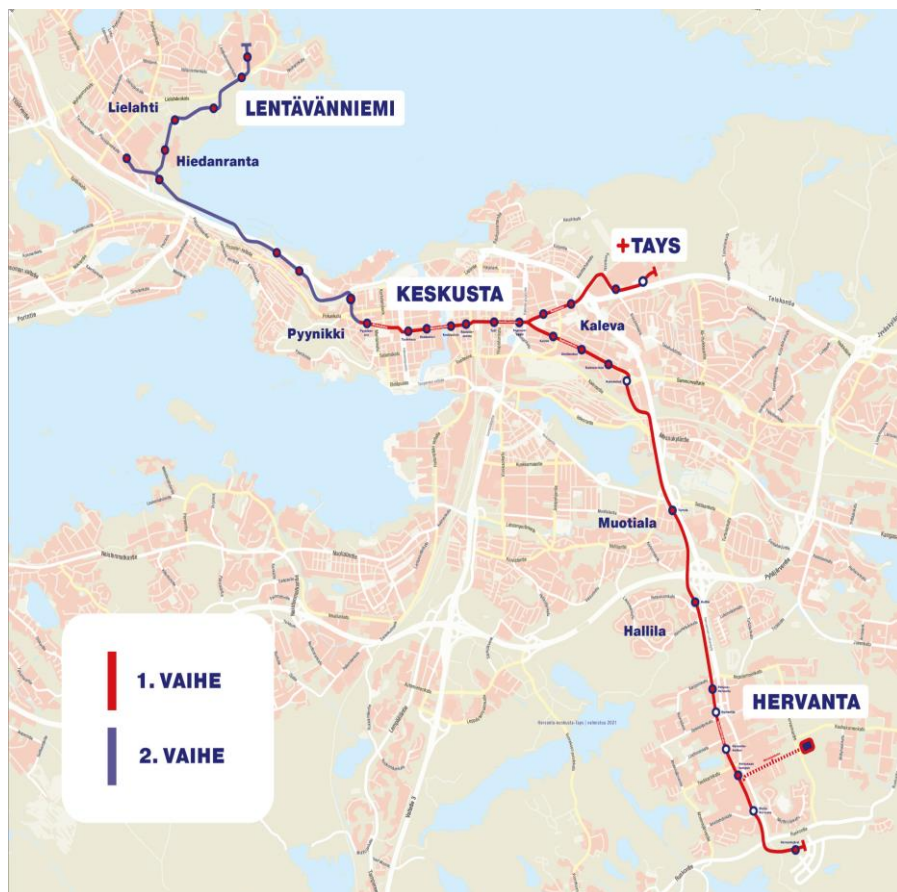
2.2 Raitiotien talvikunnossapidon tehtävät

Talvikunnossapidon päätehtävänä on talviaikaan raitiotien rataosuuden, sekaliikenneosuuden, varikon piha-alueen sekä pysäkkialueiden puhdistaminen lumesta ja jäästä. Myös tarvittaessa liukkauden torjunta niin, että raitiovaunuliikenne pysyy sujuvana ja aikataulussa, sekä matkustajilla on esteetöntä ja turvallista kulkea pysäkeillä ja niiden välittömässä läheisyydessä. Pysäkeille johtavien katuosuuksien, sekä raitiotieradan ylittävien suojateiden talvikunnossapito kuuluu Tampereen kaupungille. Kunnossapidon laatuvaatimukset määräytyvät valmistajien ja Raitiotieallianssin laadunvarmistuksen ohjeistuksen mukaisesti. Talvikunnossapidon laatuvaatimukset ovat taulukon 1 mukaiset.

TAULUKKO 1. Talvikunnossapidon laatuvaatimukset (Kunnossapitoallianssi)

Tehtävä	Laatuvaatimus
Lumen määrä sekaliikennekaistalla	< 8 cm kiskon pinnasta
Lumen määrä omalla raitiotiekaistalla	< 8 cm kiskon pinnasta
Lumen määrä vaihdealueella (pl. Sekaliikennekaistat)	< 8 cm kiskon pinnasta
Lumen määrä pysäkkialueella	<i>Sovitaan kehitysvaiheessa</i>
Lumen määrä pysäkkikatoksen katolla	20 cm

Kunnossapitoallianssin toimialueena on koko raitiotieradan osuus. Radan ensimmäisen osuuden, joka rakennetaan vuosina 2017-2021, kunnossapito alkaa jo rakennusvaiheessa. Tämä osuus on alla olevassa kuvassa merkittynä punaisella (Kuva 1). Mikäli päätös toisen vaiheen rakentamisesta tehdään, liittyy myös tämä osuus talvikunnossapidon piiriin. Toisen vaiheen reitti on merkittynä kuvaan sinisellä (Kuva 1), päätös tämän rakentamisesta tehdään kaupunginvaltuustossa viimeistään syksyllä 2020.



Kuva 1. Tampereen Raitiotien reitti (Tampereen Ratikka B, n.d.)

3 ONGELMAKOHTEET SEKÄ RATKAISUJA VAATIVAT ASIAT

3.1 Lähellä rataa olevat rakenteet

Yksi talvikunnossapidon ongelma kohta on paikoin hyvin lähellä rataa kulkeva reunakivilinja. Tämä esiintyy yleisimmin kohteissa, joissa suojatie menee raitiotielinjan yli, ja jatkaa raiteiden ylityksen jälkeen korotettuna. Tämän tyyppisiä rakenteita on esimerkiksi TAYS:in ohi kulkevalla rataosuudella (KUVA 2).



(KUVA 2.) Reunakivilinja radan lähellä

Rakenne on toteutettu niin, että reunakivi on upotettu kulkemaan kiskon selän korkeudessa rataosuudella, mutta alkaa nousemaan ylös melkein heti radan ylityttyään. Tästä johtuen rataa auratessa auralaite saattaa osua reunakiveen, ja näin ollen vaurioittaen rakennetta tai auralaitetta.

Toinen ongelma kohta on lähelle rataa pystytetyt pylväät, ja niiden perustukset. Pylväsperustuksia on kiintoraidelaattojen yhteydessä joko laatan ulkoreunassa, tai raiteiden välissä. (Kuva 3)



KUVA 3. Raiteet ja pylväasperustus Hervannassa.

Paikoin pylväasperustukset sijaitsevat erittäin lähellä rataa, jolloin kolhimisen riski auruksen aikana on suuri. Pylväiden käyttötarkoitus vaihtelee, joidenkin toimiessa valaisinpylväinä, ja joidenkin kannatellessa ajojohtimia. Yhteistä pylväille kuitenkin on se, että niiden sijainnin muuttaminen ilman mittavaa työtä ei ole enää mahdollista.

3.1.1 Sopiva lumiaura tai rakenteen muokkaus

Koska rakenne on jo valmis ja paikallaan, ei reunakivilinjan tai pylväiden korkeon eikä sijaintiin voida enää vaikuttaa, paitsi muokkaamalla jo valmista rakennetta. Mikäli rakennetta ei voida tai haluta muokata, on auralaitteen mahdollista kulkemaan rakenteen ohi niin, että laite ja rakenne ei vaurioitu. Nämä seikat on otettava huomioon tulevaa auralaitetta valittaessa.

3.2 Pysäkin reunakiven pintojen puhdistus jäädä

Jäänpoisto on noussut suureksi kysymykseksi. Pysäkkialueilla reunakiven on oltava puhtaana jäädä suuren liukastumisvaaran, sekä esteettömyyden säilyvyyden takia. Reunakiven päältä auraaminen onnistuu ajoväylältä auralaitetta nostamalla, mutta tällä tavoin reunakiven vaurioittamisen riski kasvaa.

Jäänpoistoon on olemassa useita aineita, joista muutamaa käsitellään tutkimuksen myöhemmissä kappaleissa.

4 TUTKIMUS JA KEHITYS

4.1 Nykyinen kalusto

Kunnossapitoallianssille on hankittu jo Tampereen raitiotien rakentamisen aikana talvikunnossapitokalustoa, johon perehdytään seuraavissa kappaleissa tarkemmin. Opinnäytetyön tarkoituksen mukaisesti kalusto ja niiden tekniset tiedot käydään läpi, jotta saadaan tietoa, onko tämän hetkinen kalusto riittävä, sekä tarvitsseeko kalustoa muokata, vaihtaa tai uusia.

4.1.1 Lännen Kaivin 8800K

Lännen 8800K on runko-ohjattu kiskopyörätraktori, joka on hankittu hankkeelle jo rakennusvaiheessa NRC Group Finland:in toimesta. Se on rekisteröity moottori-työkoneeksi ja sillä on rakennusvaiheessa tehty sähköratatöitä, tavarantoimitusta sekä työnaikaisia lumitöitä. Kone siirtyi TRO:n omistukseen vuonna 2021, ja se on kunnossapidon peruskone, jolla pyritään hoitamaan talvikunnossapidon tarvittavat toimenpiteet. Näitä toimenpiteitä ovat urakiskon puhdistaminen, raidealueen harjaaminen, lumityöt sekä pysäkkien ja sekaliikenneosuuksien hiekoitus.



KUVA 4. Lännen Kaivin 8800K Raitiotietyömaalla (Kunnossapitoallianssi n.d.)

Lännen 8800K:ssa on luokkansa vahvin runkorakenne, etukuormain ja takakai-
vin. Traktorin huippunopeus on 46 km/h, ja sen voimanlähteenä toimii 127 kW:n
4-sylinterinen dieselmoottori, jonka laaja maksimiväännön alue mahdollistaa te-
hokkaan ja taloudellisen työskentelyn matalilla kierroksilla. Lännen 8800K kai-

vinta voidaan käyttää kaivamiseen, kuormaamiseen, nostamiseen sekä kuljettamiseen. Sen käyttöaste on korkea jokaisena vuodenaikana, sekä sillä on mahdollista liikkua kaikissa maasto-olosuhteissa. (Lännen Center)

4.1.2 Lumiaura

Kunnossapitoallianssilla on tällä hetkellä yksi nivelaura, joka on hankittu kiskopyörätraktorin yhteydessä. Aura on nivelaura, joka kiinnittyy etukuormaajaan. Auran malli on POME360, valmistajana POME. Auran suurin aurasleveys on 3600 mm, kapein aurasleveys 3000 mm ja auran siiven korkeus on 1000 mm. (POME A)



KUVA 5. Nykyinen nivelaura (Kunnossapitoallianssi n.d.)

Nykyinen aura on todettu riittämättömäksi yksinään tulevan radan talvikunnossapitoon. Aurattavan väylän suurin leveys on paikoin jopa yli 11000 mm, ja tehokkaan aurauksen määritelmässä väylä on oltava kokonaan aurattuna lumesta jo kahdella ajokerralla. Tämän johdosta auran ihanteellinen leveys olisi vähintään 5500 mm.

4.1.3 Hiekoituskauha

Kunnossapidolle on hankittu hiekoituskauha, jonka saa liitettyä kiskopyörätraktorin takakaivimeen. Hiekoittimen on valmistanut POME, ja sen kapasiteetti on 700 litraa. Hiekoituskauhan kokonaisleveys on 1650 mm, josta hiekoitusleveys on 1400 mm, kauhan korkeus 1000 mm, syvyys 900 mm ja kokonaispaino tyhjänä 520 kg. (POME B)



KUVA 6. Kunnossapidon hiekoituskauha. (Kunnossapitoallianssi n.d.)

Hiekoituskauhassa on vakiovarusteena kiviaineksen murskain, sirotinakseli jonka pyörintänopeus on säädettävissä, kivilevy jousikuormituksella, suojaverkko sekä voimansiirron ketjuvedon automaattinen kiristys. Hiekoituskauhaan on mahdollista saada lisävarusteina lautashiekoitin, jonka avulla hiekoitusleveys on säädettävissä kolmesta metristä kahdeksaan metriin asti. (POME C)

4.1.4 Takaharja

Takaharja on puomiharja, joka kiinnittyy kiskopyörätraktorin takakaivimeen. Takaharjan halkaisija on 700 mm, ja harjasten valmistusmateriaali on nylon. Takaharjassa on mahdollista säätää pyörimisnopeutta, sekä vaihtaa harjan pyörimissuuntaa. (POME D)



KUVA 7. Suojatien ja raiteiden putsaamista takaharjalla (Kunnossapitoallianssi n.d.)

4.1.5 Uraputsari

Uraputsari on prototyyppi, ja sitä kehitetään jatkuvasti. Uraputsarin on valmistanut POME. Tällä hetkellä uraputsarissa on kaksi pyörivää teräsharjaa, polanneterä sekä urakiilat.



KUVA 8. Uraputsari kiinnitettynä etukuormaajaan (Kunnossapitoallianssi n.d.)

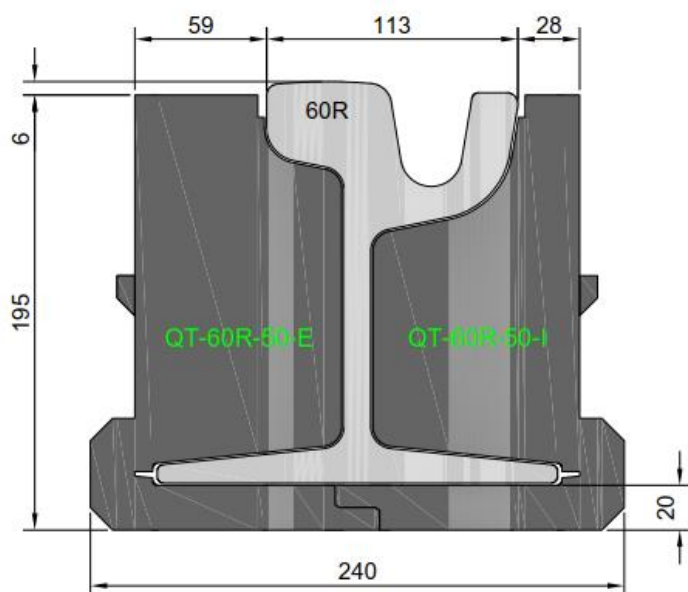
Uraputsarin urakiila uppoaa urakiskon uraan, joka estää jään ja polanteiden muodostumisen kiskojen päälle. Mikäli polanne on jo muodostunut, saadaan se kai-verrettua pois kiilan avulla. Urakiila sekä kiilan stoppari on mahdollista vaihtaa.

Harjasten ja urakiilojen välissä on polanneterä, joka kulkiessaan puhdistaa raiteiden välissä mahdollisesti olevan lumen, jään sekä irtoroskat. Polanneterä on kiinnitetty viistoon kulkusuunnasta poispäin, eikä se täten kohdista suurta voimaa maan pintaan, tästä syystä uraputsari ei sovellu sellaisenaan lumen ja jään au-raukseen, vaan polanteiden poiston apuvälineeksi.



KUVA 9. Uraputsari, sen harjakset sekä polanneterä. (Kunnossapitoallianssi n.d.)

Uraputsarissa on pyörivät teräsharjakset molemmilla puolilla (Kuva 9), joilla saadaan putsattua urakiskon urat, joihin kerääntyy ajan myötä kiviä ja muuta roskaa. Teräsharjasten hyvänä puolena on se, että se puhdistaa urakiskon erinomaisesti. Teräsharjasten huono puoli on se, että ne voivat vahingoittaa urakiskon ympärille asennettua kumia, jonka tarkoituksena on vaimentaa raitiovaunun kulkiessa kiskoista aiheutuvaa ääntä ja tärinää (Kuva 10).



KUVA 10. Havainnekuva urakiskosta sekä sen ympärille asennettavista kumeista (Raitiotieallianssi/päällysrakenne n.d.)

Uraputsarin prototyypin koeajoilla hankittujen tietojen perusteella uraputsari päivitettiin syksyllä 2019. Teräsharjasten ympärille lisättiin metalliset lokasuojat, urakiilan muotoilua parannettiin sekä putsarin uloimpiin nurkkiin lisättiin heijastimin varustetut ulottumakepit. (Kuva 11)



KUVA 11. Uraputsarin päivitetty malli (Kunnossapitoallianssi 2019)

4.2 Pysäkkien talvikunnossapito

Pysäkkialueille ajaminen auruskaluston kanssa erittäin vaikeaa. Pysäkkilaitureista osa on aidattu, osassa on valaisinpylväitä sekä useilla laitureilla on pysäkkikatokset, joiden kiertäminen esimerkiksi Lännen 8800K kaivimella on mahdollista.

4.2.1 Pysäkkikatosten lumenpoisto

Katosten lumenpoistossa on otettava huomioon se, että pysäkkikatokset ja laiturit eivät ole kaikki identtisiä. Pysäkkikatosten koko ja sijainti vaihtelee pysäkeittäin. Tästä johtuen pysäkkikatosten lumenpoisto vaatii hieman soveltamista jokaisen pysäkin mukaan.

Mikäli katokset halutaan putsata koneella, katoksen sisään ylettyä vain takakaivimen avulla. Takakaivimella työskennellessä täytyy kuitenkin noudattaa huomattavaa varovaisuutta. Pysäkkialueilla liikkuvien ihmisten turvallisuus sekä pysäkkikatoksen, ja sen varusteiden ehjänä säilyminen on erittäin tärkeää.

Pysäkkikatosten lumenpoisto voidaan suorittaa myös käsin. Tämä on hitaampaa, mutta työn tarkkuus paranee. Käsivoimin tehtynä pysäkkikatosten lumenpoisto ei tuota vaaraa sivullisille sekä pysäkkikatoksen, ja sen varusteiden vaurioittamisen riski pienenee.

4.2.2 Liukkauden torjunta

Jäänpoistoon ei suositella käytettäväksi tiesuolaa, eli natriumkloridia, koska se aiheuttaa korroosiota eli ruostumista. Tiesuolan korvaajaksi Suomessa on kehitetty muurahaishapon suolaa, eli kaliumformiaattia. Kaliumformiaatin haittavaikutukset pohjavesiin ovat tiehallinnon julkaiseman selvityksen mukaan pienemmät kuin tiesuolalla. Raippaluodon sillalla tehdyn viiden vuoden kokeilun silmämääräisen tarkastelun perusteella, kaliumformiaatin käyttö ei vaurioita teräsbetonirakenteita. (Alatypö, Aromaa, Holmikari 31/2008)

Pysäkeillä voidaan käyttää Helsingin raitiotielläkin käytettyä ureapohjaista jäänsulatusainetta, koska se ei sisällä suolaa. Ureapohjaisen jäänpoistoaineen hyvänä puolena on se, että aine ei vahingoita rakenteita. Aine on 99 prosenttisesti ureaa, joten aineen huonona puolena on se, että sen haju on erittäin epämiellyttävä.

Suomessa on kehitetty ja patentoitu GranLux jäänmurtaja, joka on biohajoava sepelirae, mihin on imeytetty jäätä sulattavaa nestettä. Alla olevassa kuvassa on selitetty GranLux jäänpoistajan toimintaperiaate (Kuva 12). GranLux sepelirae ei sulata jäätä kokonaan, vaan se sulattaa jäähän kolon sepelirakeelle, johon sepelirae jää hiekoitushiekan tavoin. GranLux jäänmurtaja toimii siis myös hiekoituksessa.



KUVA 12. GranLux rakeen toimintaperiaate (HPP Europe)

4.2.3 Lumen luonti sekä hiekoitus kaivinkoneella radan päältä

Pysäkkialueiden lumen luonti kaivimen ollessa radan päällä, olisi ihanteellinen tilanne talvikunnossapidon kannalta. Tämä nopeuttaisi pysäkkialueiden kunnossapitoa huomattavasti.

Auran ollessa etukuormaajassa, onnistuu pysäkkialueen auras nostamalla etukuormaaja pysäkin pinnan korkeudelle, mutta näin saadaan auran leveydestä vain osa käyttöön, ja pysäkkiä ei täten saada koko leveydeltä aurattua. Lännen 8800K kaivimessa takakaivimen kääntyvyys on 180 astetta, ja kaivimen ulottuvuus 6830 mm (Lännen Center), joten takakaivimen avulla pysäkkialue saataisi puhdistettua. Tässä ongelmana on se, että mikäli aurattava alue tahdotaan hiekoittaa samalla ajokerralla, takakaivin on tällöin varattu hiekoituslaitteelle.

Pysäkkialueiden hiekoitus radan päältä ei tuota ongelmaa. Kuten jo äsken mainittu, takakaivimen ulottuvuudet riittävät pysäkkialueille, joten takakaivimeen kiinnitetyllä hiekoittimella saadaan koko alue hiekoitettua. Mikäli hiekoituskauhaan

asennetaan lisävarusteena saatava lautashiekoitin, saadaan hiekoituslevyettä nostettua nykyisen hiekoituskauhan 1,4 metristä 3–8 metriin. Tämän avulla sekaliikenneosuuksilla saadaan hiekoitettua sekä pysäkki-, että tieosuus saman aikaisesti.

4.2.4 Pysäkkialueen radan puolen auraus

Pysäkkilaiturilla reunakivilinja tekee pienen mutkan (Kuva 13), joka hankaloittaa aurausta. Pysäkkialueiden radan puoleinen alue täytyy aurata aivan pysäkin reunakiven vierestä, joten riski vaurioittaa reunakivilinjaa kasvaa. Auran tulisi kulkea aivan reunakivessä kiinni kuitenkin niin, ettei tästä koidu haittaa kalustolle tai rakenteille.



KUVA 13. Turtolan pysäkkilaituri

Tämän mahdollistamiseksi auratessa tulee käyttää äärimmäistä varovaisuutta ja tarkkuutta osumien välttämiseksi. Auroihin on kehitetty esimerkiksi jousitetut terät sekä sokkitoiminen venttiili törmäyksien varalta, jonka avulla aura antaa hieman periksi törmätessä rakenteeseen. Nämä ei kuitenkaan takaa sitä, että törmäystilanteissa ei olisi vaaraa kaluston tai rakenteen hajoamisesta.

4.3 Erikoiskalusto

Raitiovaunun ulottuvuuksien tulkintamitta on suunniteltu ja toteutettu vastaamaan raitiovaunun esteenraivaimen, telisuojan sekä alahelman mittoja, joten tulkin avulla voidaan varmistua, ettei raitiovaunu liikkeessään osu lähellä rataa oleviin rakenteisiin, esimerkiksi pylväsperustuksiin.

Tulkintamitta on toteutettu kahdella eri mitoituksella. Tulkin toinen puolisko on tehty vastaamaan raitiovaunun nimellismittoja, mitattuna radan keskilinjasta ja kiskon pinnasta vaunun ollessa taarakuormalla, uusilla pyörillä sekä uudella ja suoralla radalla. Tulkin toisella puolella mitoitus on tehty taulukon 2 mukaisesti vastaamaan kulunutta vaunua ja rataa. Kuva mitoituksesta liitteenä (Liite 2).

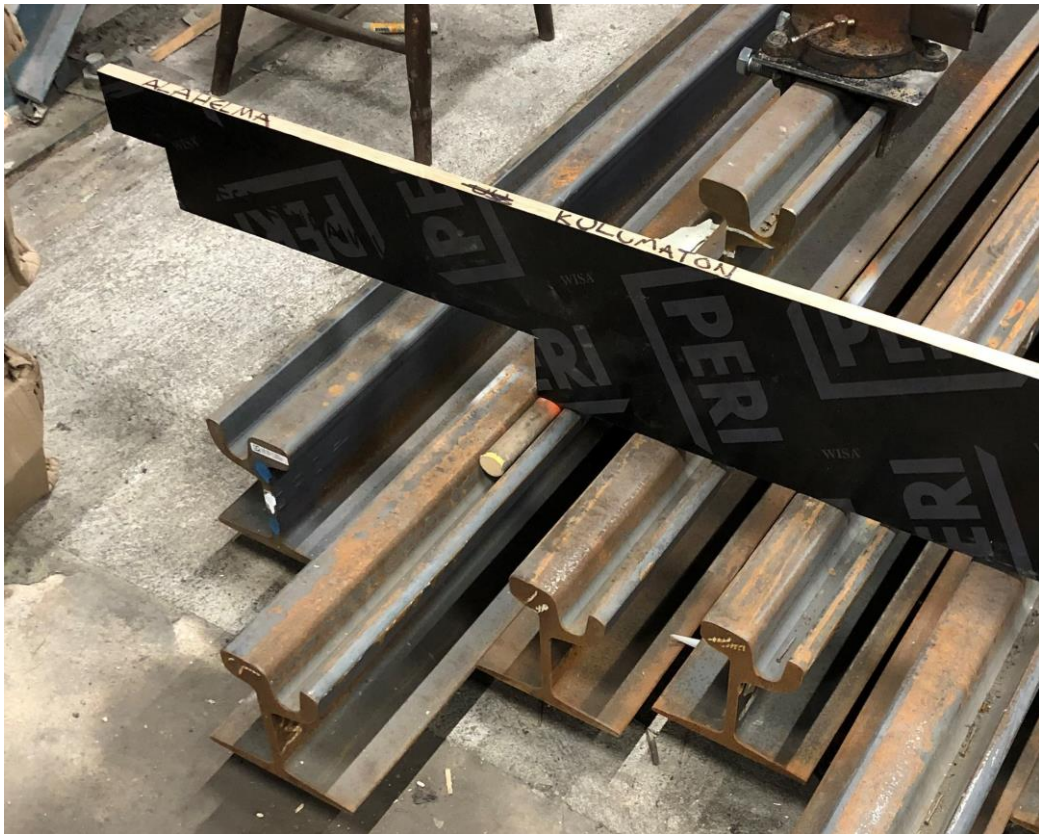
TAULUKKO 2. Alahelman ATU maksimiarvot. (Kunnossapitoallianssi)

Pystyliike	
Syy	Seuraus
Radan kuluminen (korjausraja)	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 15 mm alaspäin
Pyörän nimellinen maksimikuluminen	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 10 mm alaspäin
Ensiöjousituksen maksimi pystyliike	Telisuoja ja vaunu 12 mm alaspäin
Toisiojousituksen maksimi pystyliike	Vaunu 43 mm alaspäin
Yhteensä	Esteenraivain 25 mm , telisuoja 37 mm ja vaunu 80 mm alaspäin
Poikittaisliike	
Syy	Seuraus
Pyörän joustoliike	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 2 mm sivulle
Ensiöjousen sivuliike	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 5 mm sivulle
Pyörän ja radan välinen kulkuvälitys	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 10 mm sivulle
Raidelevyyden muutos (korjausraja)	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 20 mm sivulle
Pyörän laipan kuluminen	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 5 mm sivulle
Yhteensä	Esteenraivain, telisuoja ja vaunu 42 mm sivulle

4.3.1 Tulkintamitan suunnittelu ja teettäminen

Tulkintamitan suunnitteluun käytettiin edellä mainittuja arvoja (Taulukko 2), jonka pohjalta piirrettiin paperille suuntaa antava luonnos (Liite X.) prototyypin valmistamista varten. Suunnitelma liitteenä

Prototyyppi valmistettiin itse, raitiotieallianssin vuokraamalla hallilla ja varastoalueella Sääksjärvellä. Tulkintamitan prototyypin rungon valmistusmateriaalina toimi 21 mm paksu Peri FinPly-filmivaneri, ja tulkintamitan jalkoina käytettiin urakiskon uraan sopivaa puista pyörölistaa (Kuva 14).



KUVA 14. Tulkintamitan prototyyppi, ja sen jalka urakiskon urassa.

Prototyypin koekäytössä tuli ilmi, että tulkintamitan keskiosaa täytyy hieman korottaa, koska kiskojen välinen rakenne on hieman korkeammalla kiskon selkään nähden. Tämän takia tulkki ei istu oikealla tavalla kiskojen uriin, vaan jää keinuamaan korolla olevan rakenteen päälle. Myös tulkin alaosa täytyy pidentää hieman kulkemaan jalan ohi, jotta tulkki lepää kiskon selän päällä.

Tulkintamitan viimeinen versio teetetään prototyypin avulla Nokialaisella MasorWorks nimisellä metallipajalla. Viimeiseen versioon korjataan prototyypissä esiintyneet puutteet. Tulkintamitan prototyyppi sekä tulkintamitan valmistamisessa tarvittavat mitat vietiin MasorWorksille, jonka pohjalta alettiin suunnittelemaan viimeistä versiota.

Tulkintamitan valmistusmateriaalina päätettiin pitää filmivaneri sen kestävyuden, alhaisen hinnan sekä muokattavuuden johdosta. MasorWorks mallintaa tietokoneella oman suunnitelmansa tulkintamitasta alkuperäisen suunnitelman perusteella (Liite 1), ja valmistaa sen avulla tulkintamitan lopullisen version. Tulkintamitta valmistunee talvikauden 2019-2020 aikana.

5 KALUSTON VALINTA

5.1 Alihankinnassa vaadittavat laitteet

Aliurakoitsijoilta vaaditaan työhön soveltuva kalusto, varusteet ja laitteet. Aliurakoitsijoiden valinta tapahtuu tämän perusteella. Erikoisempaa kalustoa kuten uraputsaria, ei aliurakoitsijalta vaadita. Erityisen kaluston kanssa kunnossapito pyrkii avustamaan, sekä tarvittaessa lainaamaan omaa kalustoaan sitä tarvitsevalle.

Esimerkiksi, mikäli varikkoalueen talvikunnossapito toteutettaisiin aliurakointina, vaadittaisiin aliurakoitsijalta alla olevan taulukon mukainen kalusto (Taulukko 3).

TAULUKKO 3. Varikkoalueen talvikunnossapitoon vaadittava kalusto aliurakoitsijalta (Kunnossapitoallianssi)

Varikon talvikunnossapitokalusto AU	
Asfalttialue	Rata-alue
Peruskone kaivin/traktori	Runko-ohjattu tai kääntyvätelinen kiskopyöräkaivin/-traktori
Aurauskalusto	Aurauskalusto
Lumen kuljetuskalusto	Harjalaite
Harjalaite	Vaihteenohjauslaitteisto peruskoneeseen**
Hiekoituskalusto	Käsityökalut vaihteen mekaaniseen puhdistamiseen ja kielten kääntöön**
Nostokorkeuden rajoitin*	

* Ei pakollinen, mutta suositeltava. Alueella on huomioitava ajolankojen, sekä rakennusten välisen katoksen korkeus. Hankkeella määritelly turvaetäisyys ajolankoihin ilman nostokorkeuden rajoitinta on 1,5 m, ja rajoittimen kanssa 0,5 m.

** Kunnossapitoallianssi asentaa laitteiston ja lainaa työkaluja.

5.1.1 Kiskopyöräkaivinkone

Kiskopyöräkaivinkone on ratatöihin kehitetty kaivuri, jolla on kumipyörien lisäksi rataakselilla kulkemista varten hydraulisesti toimivat kiskopyörät. Kiskopyöräkaivinkonetta voidaan siis käyttää radalla, sekä normaalin kaivinkoneen tavoin maalla, ja siihen voidaan liittää erilaisia lisävarusteita kuten kauhoja ja harjoja. (NRC Group)

Talvikunnossapidossa käytettävässä kiskopyöräkaivimessa tulee olla etukuormaaja, sekä takakaivin riittävällä kääntyvyydellä ja ulottuvuudella, kuten Lännen 8800K kaivimessa. Kaivimen tulee olla myös riittävän tehokas, jotta suurien lumimäärien siirtäminen ei tuota ongelmaa.

Kiskopyöräkaivinkoneita myy NRC Group Finland Oy, ja yrityksen kotisivuilla kalustopalvelun kautta voi ottaa yhteyttä myynnin asiakkuuspäällikköön tai lähettää tarjouspyynnön NRC Groupin sähköpostiin.

5.2 Radan auraus ja puhdistus

Radan auraukseen käytetään talvella 2019-2020 aiemmin esiteltyä POME360 nivelauraa sekä kaivinkonetta. Tämä johtuu siitä, että Lännen kiskopyörätraktori suorittaa muita tehtäviä kyseisen talvikauden ajan sekä uusi lumiaura hankitaan myöhemmin.

Uudeksi lumiauraksi ehdotetaan lisäsiipinivelauraa, joka muodostuu runko-osasta, ja siihen molemmin puolin kiinnitetyistä, erikseen ohjattavista lisäsiivistä. Lisäsiipinivelauran runko-osa muistuttaa nivelauraa.

Runko-osan tulisi olla vähintään 2800 mm leveä, koska tästä pienemmät mallit ovat kevyempirakenteisia. Tähän runkoon kiinnitettynä 1270 mm leveät, suoraprofiiliset lisäsiivet nostaisivat aurausleveyden jopa 5300 mm asti. Suoraprofiilisten lisäsiipien etuna on myös se, että lisäsiivet taakse käännettynä, ja auraa kääntämällä, pienin mahdollinen aurausleveys on vain 2600 mm. (Salonen 2019)

Kuten aiemmin luvussa 5.1.2 todettiin, auran leveyden tulisi olla ainakin 5 500 mm. Näin leveän lumiauran tekeminen on mahdollista, mutta Salosen mukaan näin leveällä auralla työteho alkaa laskea. Aura itsessään painaa paljon, ja sen suuren pinta-alan vuoksi aura kerää huomattavan määrän lunta. Tästä johtuen auran ja varsinkin märän lumen yhteenlaskettu paino on niin suuri, että traktorin teho ei riitä, ja sen kulkunopeus laskee lähes kävelyvauhtiin.

Nykyisessä harjalaitteessa ei ole havaittu puutteita, eikä sen suhteen muutoksia tarvita. Todetaan siis nykyinen takakaivimeen kiinnitettävä harjalaite riittäväksi.

Uraputsarin uutta versiota koeajetaan, ja sen perusteella tehdään uusia havain-
toja, onko nykyisessä versiossa vielä kehitettävää, vai onko nykyinen versio vii-
meinen ja valmis.

Nykyisen hiekoituskauhan hiekoitusleveys on liian kapea tieosuuksien, ja varsin-
kin varikkoalueen hiekoittamiseen. Lisävarusteena saatavan lautashiekoittimen
avulla saadaan hiekoitusleveyttä nostettua niin, että varikon suuren piha-alueen
sekä sekaliikenneosuuden hiekoittaminen onnistuu tehokkaasti.

Loput luvusta on salassa pidettävää tietoa, ja se on rajattu pois opinnäytetyön
julkisesta versiosta.

5.3 Pysäkkialueen talvikunnossapitoon vaadittavat laitteet

Pysäkkialueiden talvikunnossapitoon vaaditut laitteet ovat pitkälti samat kuin ra-
dalla ja varikolla. Pysäkkialueille tarvitaan auraus-, hiekoitus-, harjaus- ja jään-
poistokalusto. Mikäli pysäkkien katokset aiotaan puhdistaa koneen avulla, tarvi-
taan mahdollisesti takakaivimeen sopiva lumiaura. Jos päätetään että pysäkit
puhdistetaan käsivoimin, tarvitaan tähän soveltuvat käsityökalut kuten lumilapio
tai -kola.

6 ONGELMAKOHTIEN RATKAISUT

6.1 Lähellä rataa olevat kohteet

6.1.1 Reunakivi

Aiemmin esitelty reunakiven nousu (Kuva 2.) on auraamisen kannalta erittäin hankala. Reunakivi alkaa nousta niin lähellä rataa, että kulkiessa kiskopyörillä auralaitteen kanssa, reunakiven ohi pääsee vain auralaitetta nostamalla.

Sekaliikenneosuudella voidaan kulkea kumipyörillä, jolloin nouseva reunakivi voidaan kiertää. Mikäli ongelma sijaitsee alueella, joka ei ole sekaliikennelaatalla, joudutaan ajamaan kiskopyörillä. Tällöin reunakiven ohittamiseksi täytyy nostaa auralaitetta. Mikäli saavutettu auraustulos auralaitetta nostamalla ei täytä vaatimuksia, on ongelmaan ainoa ratkaisu rakenteen muutos.

6.1.2 Perustukset

Lisäsiipinivelauran kääntyvien lisäsiipien ansiosta auran mukautuvuus aurattavaan alueeseen on erinomainen. Aura voi olla maksimileveydessä lähestyessään pylväasperustusta, ja hieman ennen perustusta kuljettaja kääntää lisäsiivet niin, että aura mahtuu kulkemaan perustuksen ohi. Heti perustuksen ohitettuaan voidaan lisäsiivet kääntää takaisin ja jatkaa leveällä aurasleveydellä. Tällä tavoin esteitä ei tarvitse lähteä kiertämään, ja auraamisen tehokkuus säilyy.

6.2 Pysäkin reunakiven jäänpoisto

Aiemmin esiteltiin jäänpoistoon kaliumformiaatti sekä GranLux rae. Kaliumformiaatti sulattaa jään kokonaan, kun taas GranLux sulattaa jäätä hieman jättäen rakkeen liukuesteeksi jään sisään. Valitaan siis jompikumpi halutun vaikutuksen mukaan.

Jään poistamiseksi reunakiveltä kokonaan, on parempi vaihtoehto kaliumformiaatti. Hyvänä puolena GranLuxiin nähden kaliumformiaatissa on se, että siitä löytyy paljon enemmän tutkintamateriaalia sekä sitä on jo testattu, ja se on todettu toimivaksi betonirakenteiden kanssa.

7 POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli määritellä mitä kalustoa Tampereen raitiotien talvikunnossapitoon tarvitaan. Työssä käytiin läpi jo olemassa oleva kalusto, kerrottiin niiden teknisiä tietoja sekä kommentoitiin, onko nykyinen kalusto riittävä. Työn toinen tavoite oli ratkaista ongelmakohtia, kuten rataa lähellä olevien rakenteiden ympäristön auraaminen, ja pysäkkilaiturin reunakiven jäänpoisto. Toiminnallinen osa tutkimustyöstä piti sisällään raitiovaunun alahelman ja telin ulottuvuuksien tulkintamitan suunnittelu ja teko.

Työn tavoitteisiin mielestäni päästiin melko hyvin. Tutkimuksen tuloksena saatiin nostettua esille puutteita nykyisestä kalustosta, sekä onnistuneesti ehdotettua tilalle uutta korjaamaan nämä puutteet. Myös ongelmakohtien ratkaisu tuli uuden kaluston myötä helpoksi. Joitain ongelmakohtia, kuten jäänpoistoa, jouduttiin tutkimaan erittäin paljon sopivan vaihtoehdon löytämiseksi. Raitiovaunun alahelman ja telin ulottuvuuksien tulkintamitan suunnittelu, tekeminen ja lopullisen version teettäminen onnistui mielestäni erinomaisesti.

Työssä piti olla kappale muiden pohjoisten kaupunkien raitioteiden talvikunnossapidosta, mutta ketään kunnossapidon asiantuntijaa ei saatu kiinni työn aikarajoitteiden puitteissa. Vertailukohteet muualta olisi olleet opinnäytetyön sisällön ja havainnollisuuden kannalta erittäin hyviä. Tätä lukuun ottamatta opinnäytetyö onnistui mielestäni hyvin, ja siitä on hyötyä kunnossapitoallianssille tulevaa talvikunnossapitoa ajatellen.

LÄHTEET

HPP Europe, verkkokauppa n.d. Luettu 18.11.2019

<https://www.hppeurope.com/granlux-jaanmurtaja>

J. Aromaa, M. Holmikari, V. Alatyppö 31/2008: Kaliumformiaatin Korroosiovaikutukset. Tiehallinto, s. 17 & 37. Luettu 11.11.2019

https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201111-v-kaliumform_korroosiovaikutukset.pdf

Lännen Center, Tuote-esitys Lännen Kaivin 8800K n.d. Luettu 14.10.2019

http://www.lannencenter.com/upload/esitteet/2018/lannen-8800k_fi.pdf

M. Salonen, Myynti POME, Puhelinhaastattelu, Haastateltu 13.11.2019, Haastattelijana opinnäytetyön tekijä.

NRC Group Finland Oy kalustopalvelun verkkosivu n.d. Luettu 17.10.2019

<https://nrcgroup.fi/palvelut/kalustopalvelut/kiskopyorakaivinkone/>

POME A Nivelaura tuotesivu, n.d. Luettu 2.11.2019

<https://www.pome.fi/nivelaura/>

POME B Tuotekuvasto 01.08.2018, n.d. 2.11.2019

<https://www.pome.fi/wp-content/uploads/2019/07/M2018.pdf>

POME C Hiekoituskauha tuotesivu, n.d. 2.11.2019

<https://www.pome.fi/hiekoituskauha/>

POME D Puomiharja tuotesivu, n.d. 2.11.2019

<https://www.pome.fi/puomiharja/>

Raitiotien rakentamisen ja rakentajien dokumenttipankki, Google Drive.

<https://drive.google.com>

Tampereen Ratikka A 12.2.2019, Tiedote. Luettu 29.10.2019

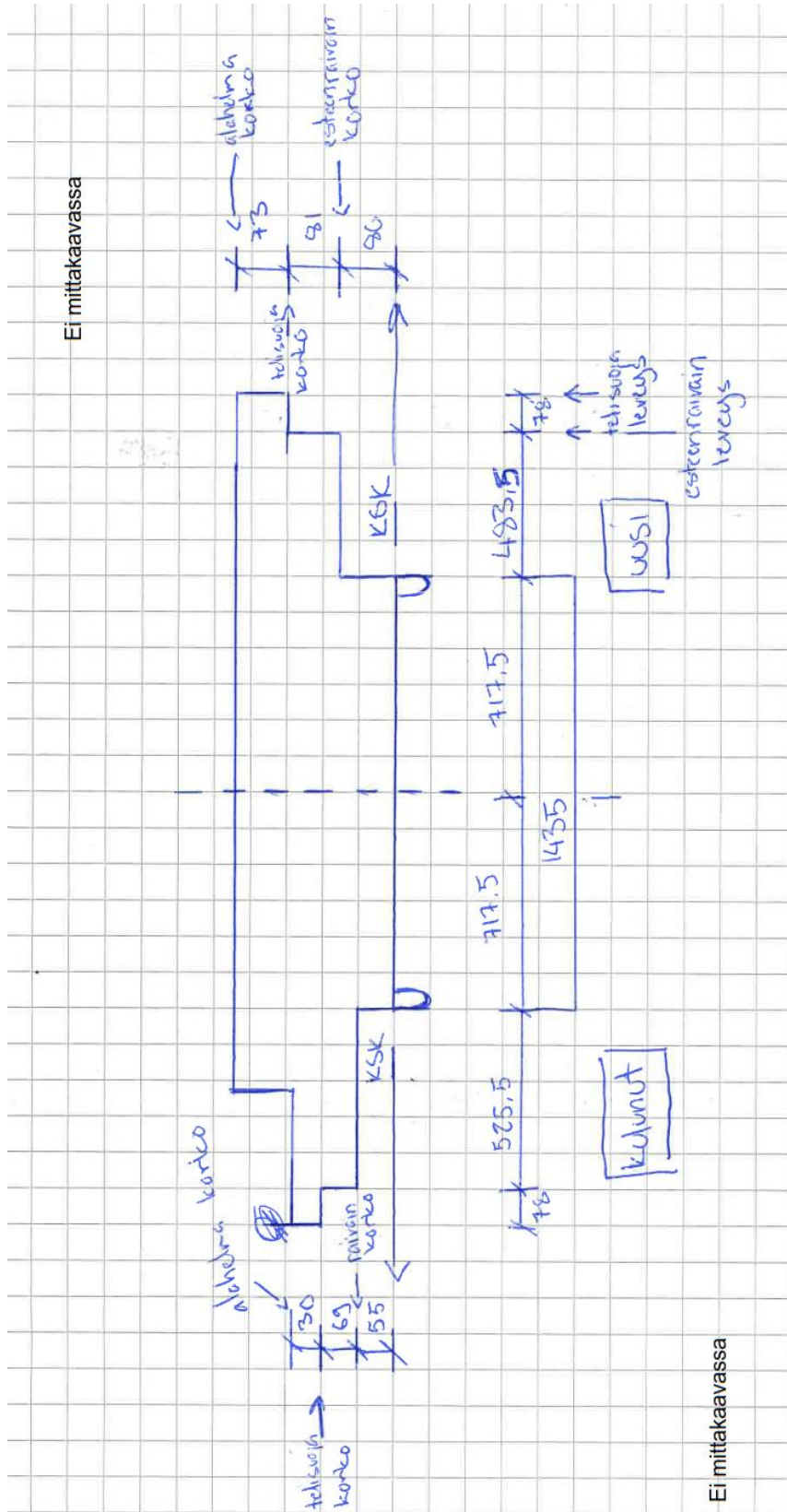
<https://www.tampereenratikka.fi/tampereen-raiotie-oy-nrc-finland-oy-ja-yit-suomi-oy-solmivat-allianssisopimuksen-tampereen-raiotien-kunnossapidosta/>

Tampereen Ratikka B, Raitiotien reitti n.d. Viitattu 29.10.2019

<https://www.tampereenratikka.fi/matkustaminen/ratikan-reitti/>

LIITTEET

Liite 1. Tulkintamitan alkuperäinen suunnitelma ja mittakuva.



Liite 2. Raitiovaunun alahelman ja telin mitoitus uutena ja kuluneena. (Kunnossapitoallianssi)

