



# Tampereen raitiotien nurmiraadan kausihoito

Jesse Niro

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2020

Konetekniikka  
Koneautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Koneautomaatio

NIRO, JESSE:  
Tampereen raitiotien nurmiradan kausihoito  
NRC Group Finland Oy

Opinnäytetyö 22 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Joulukuu 2020

---

Opinnäytetyö tehtiin NRC Group Finland Oy:lle, ja se tulee Tampereen raitiotien kunnossapitoallianssin käyttöön. Työn tarkoituksena oli selvittää mahdollisimman kustannustehokas ratkaisu Tampereen raitiotien nurmiradan kasteluun ja leikkaukseen sekä valita sopiva hoitoluokka nurmiradalle. Työn tärkeimpänä osiona oli Excel-laskentataulukon tekeminen, jonka avulla kustannuksia voidaan vertailla ja valita kustannustehokkain ratkaisu. Laskentataulukkoa pystyy myös hyödyntämään tulevien Tampereen raitiotien osien kustannuksien laskemisessa.

Työssä kerrottiin kunnossapitoallianssista ja sen tehtävistä raitiotien rakentamisvaiheen, kaupallisen koeliikenteen sekä liikennöinnin käynnistyttyä. Työssä esiteltiin myös läpi raitiotiehankkeen lyhyt historia. Työssä kerrottiin myös Tampereen raitiotien nurmiradan rakenteesta ja vertailtiin Tampereen ja Helsingin nurmiradan eroavaisuuksia.

Opinnäytetyössä vertailtiin erilaisia vaihtoehtoja kasteluveden hankintaan ja vertailtiin niiden vaikutuksia kustannuksiin. Näitä tietoja hyödyntämällä pystytään valitsemaan kustannustehokkain tapa kasteluveden hankintaan. Nurmikonleikkuosuudessa arvioitiin leikkuun kustannusvaikutuksia ja ajankäyttöä. Lisäksi opinnäytetyössä esiteltiin, miten eri nurmikon hoitoluokat vaikuttavat kustannuksiin. Saatujen tietojen perusteella valittiin paras hoitoluokka juuri Tampereen raitiotien nurmiradalle.

Koska opinnäytetyö ei saanut sisältää salassapitosopimuksessa määriteltyä materiaalia, tehtiin siitä myös yritykselle erillinen raportti, jossa salassa pidettävistä tuloksista voitiin kertoa enemmän.

---

Asiasanat: nurmirata, kastelu, nurmikon leikkaus, tampereen raitiotie

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Machine Automation

NIRO, JESSE  
Seasonal Maintenance of the Tampere Tramways Grass Track  
NRC Group Finland Oy

Bachelor's thesis 22 pages, appendices 1 pages  
December 2020

---

This thesis was submitted to NRC Group Finland Oy and will be used by the Tampere tramway's maintenance alliance. The aim of the work was to find the most cost-effective solution for watering and cutting the Tampere tramway's grass track, and to choose the appropriate class of care for the grass track. The main part of the work was to create an Excel spreadsheet, which allows its user to compare costs and choose the most cost-effective solution. The spreadsheet can also be used to calculate the cost of future parts of the Tampere tramway.

The thesis discusses the maintenance alliance and its tasks after the start of the tramway construction phase, commercial test transport and operation. The work also covered the short history of the tramway project. Furthermore, the focus was on the structure of the Tampere tramway's grass track and a comparison of the differences between the grass tracks in Tampere and Helsinki.

Different options for obtaining irrigation water and their impact on costs were also examined. Using this information, it is possible to choose the most cost-effective way to obtain irrigation water. In addition, the time and cost requirements of mowing the lawn were assessed along with the effect that different law classes have on the costs. Based on the results of the analysis, the best treatment category was selected for the track of the Tampere tramway.

Confidential information was omitted from this public version of the report.

---

Key words: grass track, irrigation, lawn mowing, tampere tramway

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	Yleistä .....	6
2.1	Kunnossapitoallianssi ja raitiotiehanke.....	6
2.2	Nurmiraadan rakenne ja määrä.....	7
2.3	Nurmiraadan eroavaisuudet Suomessa .....	9
3	Nurmikon hoito.....	11
3.1	Nurmikon hoitoluokkien eroavaisuudet .....	11
3.1.1	Leikkaus .....	11
3.1.2	Kastelu .....	12
4	Kastelu.....	13
4.1	Kasteluvaunun kapasiteetti ja tehokkuus .....	13
4.2	Kasteluveden kustannustehokkuus.....	13
4.3	Kustannusvaikutukset eri hoitoluokille ja vaunujen määrälle.....	17
5	Nurmikon leikkaus .....	18
5.1	Tehokkuus ja kustannusvaikutukset.....	18
6	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	19
	LÄHTEET .....	21
	LIITTEET Liite 1. Excel-laskentataulukon Laskuri.....	22

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin NRC Group Finland Oy:lle ja se tulee Tampereen raitiotien kunnossapitoallianssin käyttöön. Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää Tampereen raitiotien nurmiradan kasteluun suositeltava vaunumäärä, sekä selvittää kustannustehokkain tapa kasteluveden hankintaa. Työssä tutkittiin myös nurmikon leikkaamisesta aiheutuvia kuluja ja selvitettiin sen tehokkuutta. Työhön kuuluu myös nurmikon hoitoluokan määrittäminen sekä kustannuslaskelmia. Opinnäytetyön isoimpana osana oli Excel laskentataulukon tekeminen, jonka avulla kuluja pystyttiin vertailemaan selkeästi ja tarkasti.

Työstä tehtiin myös erillinen raportti, jossa käsitellään salassa pidettävää materiaalia ja tämän takia joitakin aihealueita on käyty läpi vain suppeasti.

## 2 Yleistä

Tässä kappaleessa esitellään työntilaaaja ja kerrotaan raitiotiehankeesta. Tämän jälkeen kerrotaan yleisesti nurmiradan rakenteesta ja sen koostumuksesta. Lopuksi vertaillaan nurmiradan eroja Tampereen ja Helsingin nurmiradan välillä.

### 2.1 Kunnossapitoallianssi ja raitiotiehanke

Kunnossapitoallianssi vastaa Tampereen ratikan radan ja vaunujen kunnossapitoon liittyvistä töistä. Kunnossapitoallianssin palveluntuottajat ovat YIT Suomi Oy, NRC Group Finland Oy ja tilaajana toimii Tampereen Raitiotie Oy. Kyseinen allianssi perustettiin 12.2.2019 ja sen on määrä jatkua 31.5.2029, jonka jälkeen sopimukset siirtyvät erikseen tilattaviin kaksivuotisiin kunnossapitajaksoihin.

Kunnossapitoallianssin tehtävänä on huolehtia raitiotien kunnossapidosta rakentamisvaiheen ja kaupallisen koeliikenteen aikana sekä liikennöinnin käynnistyttyä vuonna 2021. Normaalin kunnossapidon lisäksi tehtäviin kuuluu raitiotien talvikunnossapito, sähkönsyöttöasemien ja varikon piha-alueiden kunnossapito sekä kunnossapidon päivystystoiminta. (Raitiotieallianssi, 2020).

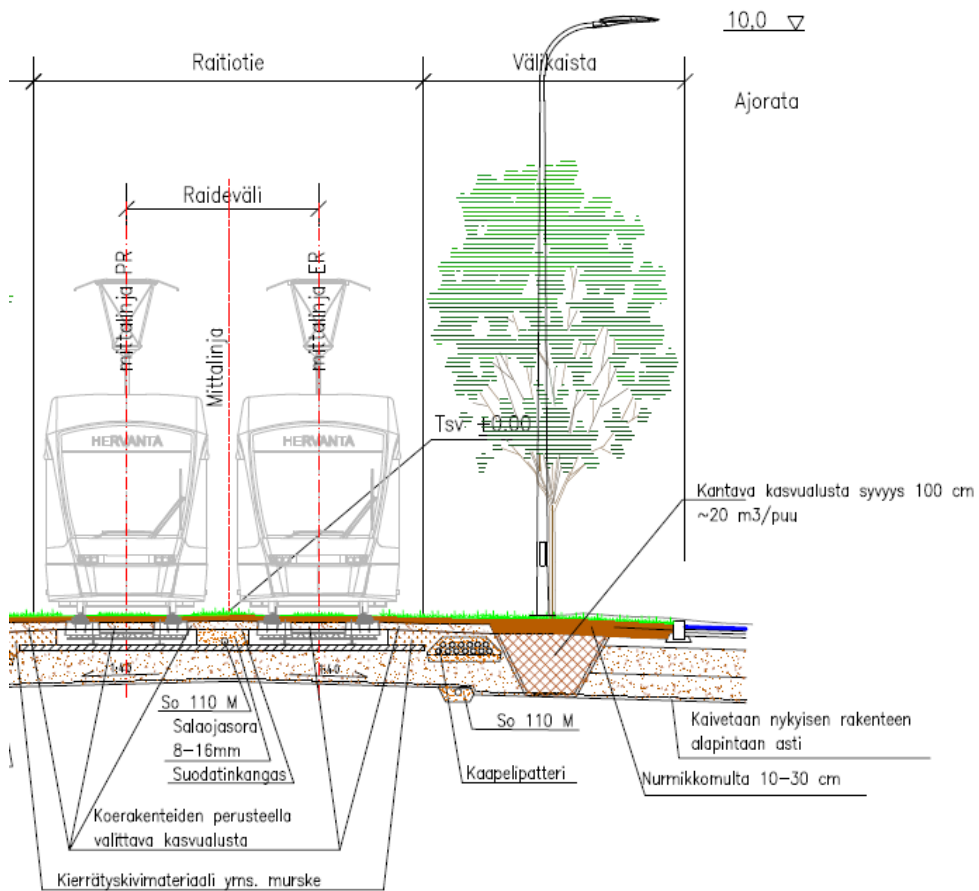
Kaupunginvaltuusto hyväksyi Tampereen raitiotien yleissuunnitelman 16.6.2014, jonka jälkeen raitiotien kehitysvaihe käynnistettiin välittömästi. Raitiotien ensimmäiset rakennustyöt käynnistyivät maaliskuussa 2017. Raitiotien tarkoituksena on polku sujuvampaan arkeen. Raitiotie eli tuttavallisemmin ratikka on tehokkaampi ja ympäristöystävällisempi joukkoliikenneväline. Koska uuteen ja kätevään matkustusvälineeseen mahtuu kolme bussillista matkustajaa, voidaan keskustassa ja Hervannassa vapauttaa lisää tilaa kävelyyn, pyöräilyyn ja oleskeluun. Ratikka tarjoaa myös merkittäviä päästövähennyksiä, joita syntyy, kun kaupunkirakennetta voidaan tiivistää ja joukkoliikenteen palveluita parantaa ja tarjota yhä useammille. (Tampereen Raitiotie Oy, 2019).

## 2.2 Nurmiraadan rakenne ja määrä

Suurin osa raitiotien nurmiradasta sijoittuu kaupungin sisääntuloväyliin. Raitiotien molemmin puolin sijoittuu katupuu- ja valaisinrivistö. Katupuut istutetaan kantavaan kasvualustaan. Kantava kasvualusta päättyy raitiotierakenteiden ja katurakenteiden väliin. Raitiotieraiteiden molemmin puolin on maan alle varattu tila erilaisille kaapeloinneille, joista kaikki eivät palvele raitiotieliikennettä. Näihin kuuluvat erilaiset sähkö- ja telekaapeloinnit. (Sipilä, Nurmiraadan päällysrakenteen suunnittelu. Diplomityö, 2018)

Nurmiraadan rakenne koostuu kiintoraidealustasta, joka on sijoitettu murskeen päälle. Kiintolaatan päällä on salaojasoraa ja suodatinkangas, jonka päälle on istutettu nurmikko. Kuvasta 1 voi nähdä nurmiradon rakennepoikkileikkauksen ja huomata, miten multakerros on ohuempi kiintolaatan päällä. Laatta on myös hieman kalteva, jotta sen päälle kerääntyvät ylimääräiset hule- ja kasteluedet voidaan ohjata salaojiin. Ohuen multakerroksen takia mullan vedenpidätyskyky on ympärillä olevia alueita pienempi ja tämän takia laatan päällä olevaa nurmikkoa täytyy kastella enemmän kuin viereisiä alueita.

RAKENNEPOIKKILEIKKAUS 1:100  
NURMIRATA



KUVA 1. Nurmiraiteen rakennetyyppi (Sipilä, Nurmiraiteen rakennetyyppi, 2018)

Raitiotien ensimmäiseen osaan tulee nurmirataa 2625 metriä ja toiseen osaan 2400 metriä. Nurmiraiteen pisin osuus on Sammonkadulla. Taulukossa 1. on esitettyä nurmiradaiden pituudet eri katuosuuksilla.



Taulukko 1. Raitiotien nurmiradan pituudet

Katu	Nurmiradan pituus (m)
Osa 1 yhteensä	2625
Sammonkatu	1355
Teiskontie	555
Tekunkatu	160
Hermiankatu	175
Makkarajärvenkatu	380
Osa 2 yhteensä	2400

### 2.3 Nurmiradan eroavaisuudet Suomessa

Suomessa nurmirataa löytyy Helsingistä ja Tampereelta. Helsingin nurmirata poikkeaa suurelta osin Tampereen nurmiradasta. Helsingin nurmirata on suunniteltu siten, että sitä voidaan tarvittaessa hyödyntää pelastusajoneuvoliikenteen ja huoltokaluston reittinä. Tämän takia nurmirata koostuu nurmikivetyksestä, joka on asennettu asennushiekan päälle. Lopuksi kiven päälle on levitetty multa, johon on istutettu nurmiseos. (Helsingin kaupunki, 2020).

Tampereen nurmirata poikkeaa Helsingin nurmiradasta siten, että siinä ei ole käytetty nurmikivetystä. Tämä antaa nurmiradasta paljon eloisamman ja siistimän vaikutelman. Tampereen raitiotien huoltokalustolla pystyy kulkemaan kiskoilla ja pelastusajoneuvoliikenne muita reittejä pitkin. Tämä mahdollistaa sen että nurmiradan päällä ei tarvitse ajaa. Tämän ansiosta nurmikko pysyy siistinä ja eikä siihen tule painaumia työkoneista tai muista ajoneuvoista. Kuvista 2 ja 3 voidaan nähdä, miten nurmiratojen päällysrakenteet eroavat toisistaan.



Kuva 2. Helsingin nurmirata syksyllä 2020



Kuva 3. Tampereen raitiotien nurmirataa (Wille Nyysönen 2020)

### 3 Nurmikon hoito

Tässä kerrotaan nurmikon hoitoluokista ja niihin liittyvistä vaatimuksista. Hoitoluokista käydään läpi vain kastelu ja leikkaus, koska opinnäytetyö keskittyy vain nurmikon kasteluun ja leikkaukseen.

#### 3.1 Nurmikon hoitoluokkien eroavaisuudet

Viherympäristöliiton VHT'14:n mukaan nurmikot voidaan jakaa kolmeen hoitoluokkaan. A1-hoitoluokan nurmikot ovat lyhyenä pidettäviä koristenuurmikoita. Nurmikko on terveen vihreä, elinvoimainen, tiheä, aukoton, täsmällisesti leikattu, rajattu ja siisti. Nurmikon hoitoon liittyvät toimenpiteet tehdään säännöllisesti, ennen kuin näkyviä vaurioita esiintyy. Nurmikko on yleisilmeeltään aina moitteettomassa kunnossa. A2-hoitoluokan nurmikot ovat käyttönuurmikoita, joita käytetään oleskelu-, leikki- ja pelitoimintoihin. Katualueilla olevat A2 nurmikot ovat yleensä säännöllisesti leikattavia nurmikoita, joiden tavoite on antaa hoidettu ja viimeistelty ilme. Nurmikko on yleisilmeeltään aina vihreä, tiheä, aukoton, rajauksiltaan täsmällinen, leikattu ja siisti. A3-hoitoluokan nurmikot ovat puistojen, pihojen ja katuviheralueiden luonnonmukaisia nurmikoita, joilla on vihreä hoidetun vaikutelman antava ilme. Hoitotoimenpiteitä tehdään siinä määrin, että alueen yleisilme on siisti ja yhtenäinen. (Nuotio, 2014, s. 14).

##### 3.1.1 Leikkaus

A1-, ja A2-hoitoluokissa ennen leikkausta nurmikolta kerätään esineet sekä roskat. A3-hoitoluokassa nurmikoilta poistetaan leikkuria vaurioittavat esineet. A1-, ja A2-hoitoluokissa leikkurajat limitetään riittävästi ja leikkuusuuntaa vaihdetaan jokaisella leikkuukerralla. A1-, ja A2-hoitoluokissa nurmikkoa leikataan korkeintaan 1/3 sen pituudesta. A3-hoitoluokassa nurmikkoa leikataan kerralla enintään puolet nurmikon pituudesta. A1-hoitoluokassa leikkuujäte poistetaan joko keräällä leikkurilla tai haravoimalla. A2-hoitoluokassa käyttöä häiritsevä leikkuujäte poistetaan. A3-hoitoluokassa poistetaan nurmikon kasvua haittaava leikkuujäte. A1-hoitoluokassa nurmikko leikataan ja viimeistellään niin usein, ettei näkyvää leikkuujätettä synny. (Nuotio, 2014, ss. 15-16).

### 3.1.2 Kastelu

Nurmikoita kastellaan A1- ja A2-hoitoluokissa, ja erikseen sovittaessa A3-hoitoluokassa. A1-hoitoluokassa nurmikon kastelusta huolehditaan säännöllisesti ja siten että näkyviä vaurioita ei pääse syntymään. Kastelu suoritetaan poutajaksojen aikana vähintään viikoittain ja niin, että koko nurmikkoalue ja kasvualustakerros kastuu. Vettä annetaan yleensä 25 mm viikossa. A2-hoitoluokassa kastelu suoritetaan vain pidempien poutajaksojen aikana erikseen määritetyillä keskeisillä alueilla. Kastelu aloitetaan ennen kuin nurmikossa tapahtuu värimuutoksia tai kulottumisen merkkejä. (Nuotio, 2014, s. 16).

## 4 Kastelu

Tässä kappaleessa käsitellään nurmikon kastelun kalustoa, kustannusvaikutuksia ja tehokkainta tapaa hankkia kasteluvesi.

### 4.1 Kasteluvaunun kapasiteetti ja tehokkuus

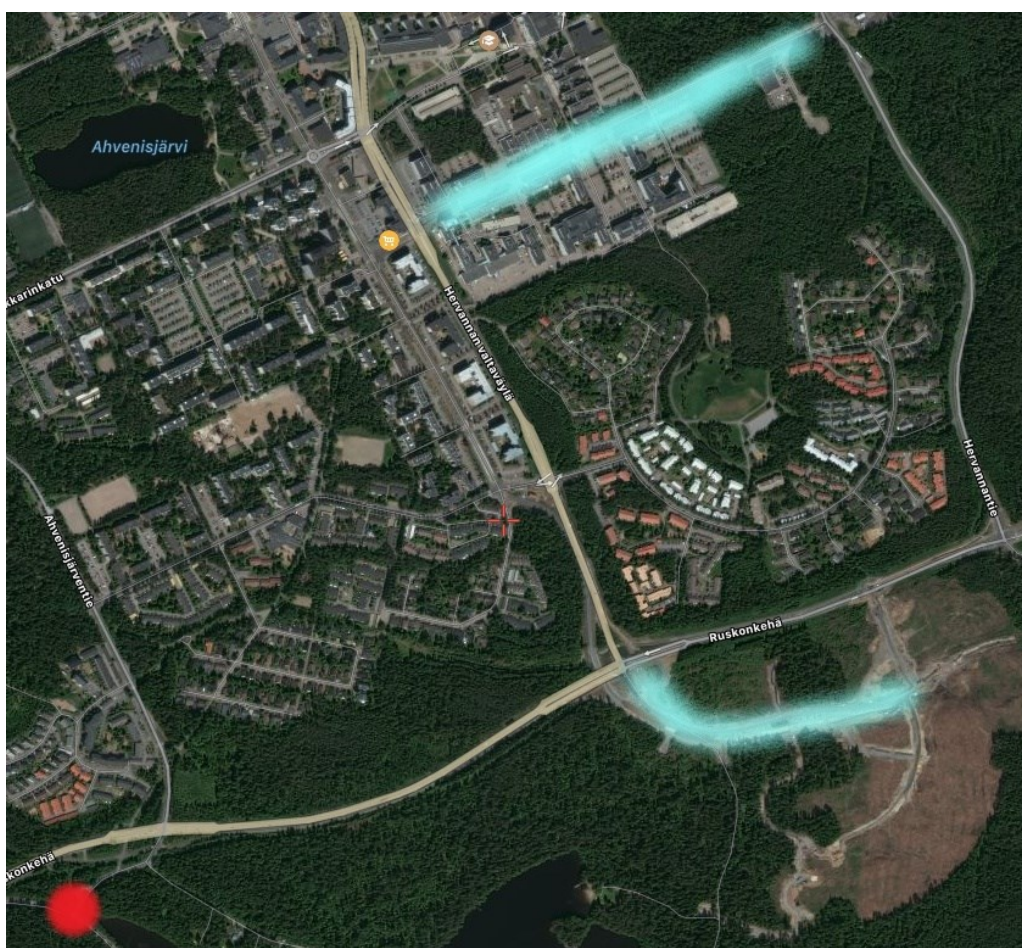
Nurmikon kastelua suunnitellaan hoidettavaksi Unimog Road-Rail -vaunulla, jonka päälle on asennettu 15m<sup>3</sup> ruostumattomasta teräksestä valmistettua säiliö. Säiliöt ovat sijoitettu kiskoilla liikkuvan vaunun päälle, jota pystytään vetämään myös normaalilla ajotiellä. Mikäli kasteluvaunua halutaan liikuttaa tiellä, voidaan yhteen kasteluvaunuun ottaa vain 10m<sup>3</sup> vettä kerrallaan. Jokaisessa vaunussa on kolme kastelukampaa, joilla saavutetaan 3200mm kasteluleveys. Kastelukammat ovat varustettu sadettavilla erikoissuuttimilla, joiden ansiosta vesisuihku ei vaurioita nurmen pintaa. Vaunuissa on ajonopeuden mukaan säätyvä vesipumppu, jonka ansiosta kastelusta saadaan tasaista ja ehkäistään veden lammikoitumista. Vaunun pysähtyessä kastelu loppuu automaattisesti.

Kastelun kannalta kasteluvaunun nopeus on optimaalisin 1-5 km/h välillä. Mikäli ajonopeus kasvaa tästä, levitetyn veden määrä pienenee merkittävästi ja tavoiteltavaan kastelumäärään ei päästä. Tämä johtuu kasteluvaunussa sijaitsevasta pumpusta, jonka pumppausnopeus perustuu vaunun nopeuteen. Mikäli kastelu suoritetaan vain yhdellä kasteluvaunulla, joudutaan sama rataosuus kastelemaan kahdesti, jotta tavoiteltu kastelumäärä saavutetaan. Kahdella vaunulla yksi kastelukerta riittää, jotta tavoiteltuun määrään päästään.

### 4.2 Kasteluveden kustannustehokkuus

Kastelussa käytetty vesi voidaan hankkia joko pumppaamalla se vesistöstä, palopostista tai kuljettamalla se säiliöautolla kasteluvaunun viereen. Vesistöistä pumpatun veden kulut koostuvat pääsääntöisesti laitteiston käyttökuluista. Palopostista saadun veden hinta määräytyy Tampereen Veden käyttömaksujen mukaisesti. Säiliöauton kustannukset koostuvat säiliöauton vuokrasta ja sen kuljettamasta vedestä.

Kasteltava nurmirata on jaettu kahteen eri kastelualueeseen, joista ensimmäinen on Hervannan alue ja toinen keskustan alue. Hervannan alueeseen kuuluu Hermiankatu ja Makkarajärvenkatu. Molemmille alueille tarvittava kasteluvesi pystytään noutamaan Hervantajärvestä Vanhan Hervannantien ja Matinlahdentien risteyksessä sijaitsevasta ojasta tai varikolla olevasta vedenottopisteestä. Varikolta lähdetään aina täyden säilin kanssa liikkeelle. Kuvasta 4 näkee nurmi-alueet vaaleansinisellä ja vedenottopisteen punaisella. Hervantajärven vedenottopiste soveltuu hyvin isoillekin autoille ja kääntöpaikka on tilava. Kuva 5 on vedenottopisteen kääntöpaikalta. Sillan toisella puolella sijaitseva Hervantajärvi takaa veden riittävyyden. Makkarajärven alueella on myös mahdollista hankkia kasteluvettä radan vieressä olevasta sadevesialtaasta. Altaan voi nähdä kuvasta 6.



Kuva 4. Hervannan kastelualue ja vedenottopiste.

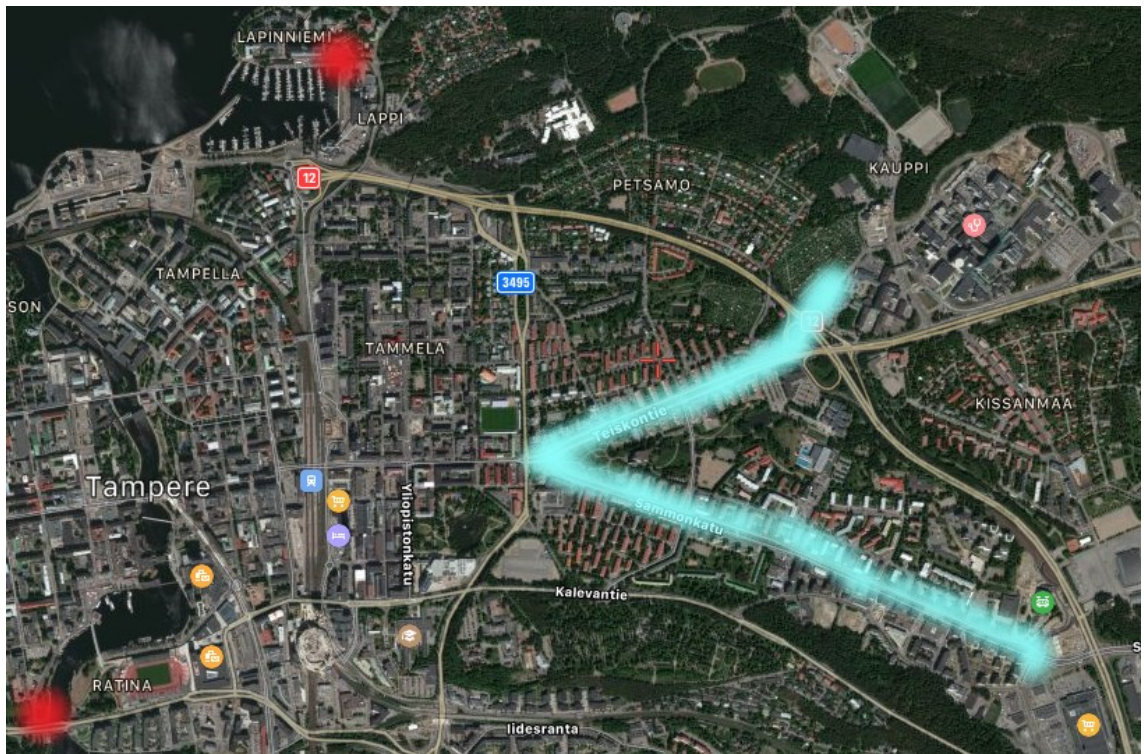


Kuva 5. Hervannan kastelualueen vedenottopiste



Kuva 6. Makkarajärven radan vieressä sijaitseva sadevesiallas

Keskustan kastelualue on taas esitettyä kuvassa 7 vaaleansinisellä ja vedenottopisteet punaisella. Keskustan alueella vettä saa helpoiten Naistenlahden satamasta tai Nalkalan rantapuiston vieressä olevalta vedenotto paikalta, jonka näkee kuvasta 8.



Kuva 7. Keskustan kastelualue ja vedenottopisteet



Kuva 8. Nalkalan rantapuiston vedenottopiste

Kaikilla kastelualueilla on myös mahdollista hankkia kasteluvesi paloposteista, joita sijaitsee ympäri kaupunkia. Raitiotien varikolta löytyy myös oma paloposti, jota voidaan hyödyntää kasteluvaunujen täytöissä. Mikäli halutaan hyödyntää myös säiliöautoa, sen vesi noudetaan järvestä. Raitiotien osan 2 valmistuttua, voidaan kasteluvesi hankkia myös Lielahden vesistöstä. Tällöin säiliöiden täyttö voidaan suorittaa suoraan radalta, jolloin säiliöiden täyttökapasiteettia voidaan hyödyntää.



### **4.3 Kustannusvaikutukset eri hoitoluokille ja vaunujen määrälle**

Yhdellä vaunulla saavutetaan vain puolet tarvittavasta kastelumäärästä, mutta tarvittava määrä saavutetaan ajamalla sama reitti kahteen kertaan. Yhdellä vaunulla täyttökertoja tulee myös tuplasti verrattuna kahteen vaunuun. Tämän takia kustannukset kasvavat merkittävästi. Kahdella vaunulla päästään toisaalta huomattavasti nopeampiin kasteluaikoihin, jolloin unimogia voidaan käyttää myös muihin työtehtäviin.

Nurmikon hoitoluokka määrittelee kastelujen määrän. A1-hoitoluokassa nurmikko vaatii erityistä huolenpitoa ja kasteluista on huolehdittava poutajaksojen aikana. Suositeltu vesimäärä on 25mm viikossa, joka vaatisi muutaman kastelukerran viikossa. A2-hoitoluokassa kastelu suoritettaisiin vain pidempien poutajaksojen aikana ja ennen kuin nurmikossa alkaa tapahtumaan värimuutoksia. A3-hoitoluokassa kastelusta huolehditaan vain erikseen sovittuna.

## 5 Nurmikon leikkuu

Nurmikon leikkuu suoritetaan Mulag MFK500 – monitoimipuomistolla. Monitoimipuomisto kiinnitetään Unimogin puskuriin ja puomia ohjataan ajoneuvon ohjaamosta. Mulagin päässä oleva leikkuupää leikkaa radan sivut ja kahden raitteen välisen alueen. Perässä on oma leikkuri, joka leikkaa kiskojen välisen osuuden.

### 5.1 Tehokkuus ja kustannusvaikutukset

Nurmikon leikkuun tehokkuus määräytyy sen hoitoluokan, leikatun nurmikon määrän ja leikkaamiseen käytetyn ajan mukaan. Nurmikon eri hoitoluokilla on erilaiset laatuvaatimukset ja hoitoluokka määrittää myös, kuinka usein nurmikko täytyy leikata. Nurmikon leikkuu aloitetaan jokaisessa hoitoluokassa vasta keväällä ja kun se on 8 – 10 cm pitkä. A1-hoitoluokassa nurmikon pituuden kuului olla 4 - 7 cm ja leikkaus tulisi tehdä kuivalla säällä, mikäli se on mahdollista. Kaikki leikkausjäte tulee myös kerätä pois. Esteiden ympärykset ja rakenteiden reunat tulee myös siistiä, eivätkä ne saa poiketa nurmikon yleisilmeestä. A2-luokan nurmikon pituus saa olla 4 - 12 cm ja vain häiritsevä leikkuujäte tulee poistaa. Kuten A1-luokassa esteiden ympärykset ja rakenteiden reunat tulee pitää siistinä. A3-luokassa nurmikon pituus saa olla 4 – 25 cm ja leikkuujäte poistetaan vain, mikäli se haittaa alueen käyttöä tai rumentaa alueen yleisilmettä. (Nuotio, 2014)

Kaikissa hoitoluokissa on tärkeintä, että nurmikko ei pääse kasvamaan liian pitkäksi. Jos nurmikko pääsee kasvamaan liian pitkäksi, se voi joutua kosketuksiin raiteiden kanssa ja tästä voi johtua hajavirtojen pääsy maaperään. On myös tärkeää, että kiskojen viereen ei pääse kertymään leikkuujätettä, koska siitä saattaisi pitkän ajan saatossa muodostumaan humusta. Tämän seurauksena nurmikko pystyisi levittäytymään aivan kiskon viereen, josta voisi myös seurata hajavirtojen pääsyä maaperään. (Sipilä, Nurmiraadan päällysrakenteen suunnittelu. Diplomityö, 2018)

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Tampereen raitiotien nurmiradan kastelun ja leikkuun kustannustehokkuutta. Kastelun osalta tämä tarkoitti selvityksen tekemistä kasteluveden hankinnasta koituvista kustannuksista ja miten toisen kasteluvaunun hankkiminen vaikuttaisi kustannuksiin. Kasteluveden hankinnassa huomattiin järviveden olevan selvästi halvin ratkaisu. Huonona puolena järvivedessä oli se, että yksikään vedenottopiste ei sijainnut radan vieressä. Tämä taas tarkoittaa sitä, että kasteluvaunuun voidaan ottaa vettä vain 10 m<sup>3</sup> kerrallaan kuljettaessa kumipyörillä. Tämä ongelma tosin ratkeaa, kun raitiotien osa 2 valmistuu vuonna 2023. Tällöin kasteluvesi voidaan noutaa Santalahdesta kasteluvaunun ollessa kiskoilla, jolloin kasteluvaunun voi ottaa kerralla täyteen. Kustannustehokkain ratkaisu on silti järvestä noudettu vesi, mutta mikäli kasteluun kuluva aikaa halutaan saada pienemmäksi, on syytä hyödyntää esimerkiksi säiliöautolla haettavaa vettä ja palopostia. Näiden yhdistelmällä voidaan saavuttaa tehokkaampi kastelu-aika, mutta kastelun hinta nousee merkittävästi.

Kasteluvaunujen osalta toinen kasteluvaunu nopeuttaisi toimintaa merkittävästi, mutta vaunuja saisi kuljettaa vain kiskoja pitkin. Tämä taas luo oman haasteen kasteluveden hankinnalle, sillä kasteluvettä voitaisiin hakea vain Santalahdesta järvestä tai radan vieressä sijaitsevista paloposteista. Toinen kasteluvaunu siis nopeuttaisi vain kasteluun kuluva aikaa, mutta lopulliseen kastelutehokkuuteen se vaikuttaisi vain todella vähän.

Nurmikonleikkuusta koituvat kustannukset tulevat nurmikon leikkaamiseen kuluva ajasta sekä mahdollisista viimeistelytöistä. Nurmikon leikkuutiheys riippuu monesta eri tekijästä, esimerkiksi kasteluiden määrästä ja sääolosuhteista. Myös nurmikolle valittava hoitoluokka määrittää kuinka pitkäksi nurmikon voi antaa kasvaa. Tietyissä olosuhteissa nurmikkoa saatetaan joutua leikkaamaan jopa viikoittain, joka taas vaatii kalustolta enemmän käyttöä. Leikkuun tehokkuuden määrittäminen taas riippuu käytettävästä laitteistosta ja leikkaajan nopeudesta. Tampereen raitiotien nurmiradalle sopivin hoitoluokka on A2. Leikkuun jälkeen on tärkeää huolehtia leikkuujätteen siivoaminen pois kiskojen läheisyydestä, jotta hajavirtoja ei pääse kulkeutumaan leikkuujätteen kautta maaperään.

Opinnäytetyöhön liittyvästä Excel-laskentataulukosta tuli selkeä ja helppokäyttöinen. Sitä hyödyntämällä on helppo vertailla miten esimerkiksi kastelun kustannukset muuttuvat erilaisten kasteluveden hankintatapojen myötä. Laskentataulukosta tehtiin myös helposti laajennettava, jotta seuraavien raitiotien osien lisääminen siihen olisi helppoa ja vaivatonta. Liitteestä 1 voidaan nähdä miltä lopullinen Excel näyttää. Salassapidettävän materiaalin vuoksi Excel taulukkoa ei voida esitellä tämän enempää.

## LÄHTEET

Helsingin kaupunki. 2020. Raitiotiet. 17.11.2020. <https://kaupunkitila-ohje.hel.fi/kortti/raitiotie/>

Kunnossapitoallianssi. (ei pvm). Tampereen raitiotien kunnossapito.

Nuotio, A.-K. (2014). Viheralueiden hoito VHT ´14 Hoidon laatuvaatimukset. Helsinki: Viherympäristöliitto 2014.

Nyysönen, W. (ei pvm). Raitiotieallianssi.

Raitiotieallianssi. 2020. Tiedotteet. Luettu 11.11.2020 <https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/tampereen-raitiotien-kunnossapidosta-allianssisopimus/>

Sipilä, M. 2018. Nurmiraadan päällysrakenteen suunnittelu. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Sipilä, M. 2018. Nurmiraiteen rakennetyyppiokkileikkaus. Tampere.

Tampereen Raitiotie Oy. 2019. Tampereen Ratikka Luettu 11.9.2020. <https://www.tampereenratikka.fi/tampereen-ratikka/ratikan-tarina/>

Liite 1. Excel-laskentataulukon Laskuri

Tampereen Ratikka KUNNOSAPITO		Tampeereen raitiotien nurmiradan hoito	
<b>Kastelu</b>		<b>Kommentit</b>	
Kastelu-aika (h)	4,6	Nopeus (km/h)	5
Yhden kastelun hinta	0,00 €	Säiliöiden määrä (1-2)	1
Tehokkuus (€/h)	0,00	Kastelut vuodessa	1
		Täyttöön kuluva aika (h)	1
		Kasteluleveys (m)	1
		Kasteluvaunun kapasiteetti (m <sup>3</sup> )	15
<b>Kastelu hinnat</b>		<b>Kommentit</b>	
Kastelun vuosikustannukset		Arviot vedenhakuajoihin: Järvi: 1h, paloposti (oletus 15l/s maapalopostista) 0,5h, säiliöauto 1h. Kasteluvaunun kapasiteetti: 10m <sup>3</sup> maantietä ja 15 m <sup>2</sup> radalla	
1,00 €	Järvi	Veden haku	Järvi
0,80 €		Veden hinta (€/m <sup>3</sup> )	0,00 €
0,60 €		Järvi	0,00 €
0,40 €		Paloposti	0,00 €
0,20 €		Säiliöautolla viereen	0,00 €
0,00 €		Laitteiden tuntihinnat (€/h)	0 €
0,00 €	Järvi	Unimog	0,00 €
0,00 €	paloposti	Säiliöauto	0,00 €
0,00 €	säiliöauto		
<b>Leikkuu</b>		<b>Kommentit</b>	
Kastelun vuosikustannukset		Leikkuun nopeus on arvioitu leikkuuleveyden ja nopeuden mukaan. Kun todellinen leikkuunopeus saadaan selville voidaan se päivittää laskuriin.	
Leikkuuaika (h)	44,13	Nopeus (km/h)	1
Yhden leikkuun hinta	0,00 €	Leikkuuleveys (m)	1
Lisätöiden hinta	0,00 €	Arvio todellisesta tehokkuudesta (%)	80
Vuosikustannukset	0,00 €	Leikkuunopeus (m <sup>2</sup> /min)	13,3
		Leikkuut vuodessa	1
		Laitteiden tuntihinnat (€/h)	0,00 €
		Lisätyöt	0,00 €
		Unimog	0,00 €
<b>Paikkakohtaiset tiedot</b>		<b>Kommentit</b>	
Kastelun paikkakohtaiset vuosikustannukset		Sammonkatu	
1,00 €	Järvi	Kastelualue	1355
0,80 €		Pituus (m)	32,52
0,60 €		kastelu-aika (min)	1,8
0,40 €		Täyttöjen määrä	84,55
0,20 €		Levitetty vesimäärä (m <sup>3</sup> )	0,00 €
0,00 €	Järvi	Veden hinta	0,00 €
0,00 €	paloposti	Kaluston käytön hinta	0,00 €
0,00 €	säiliöauto	Vuosikustannukset	0,00 €