



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MUSEOIDUN TASORISTE- YKSEN VAROITUSLAITOK- SEN TOIMINNAN ENNAL- LISTAMISSUUNNITELMA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Oskari Kvist			
Työn nimi Museoidun tasoristeyksen varoituslaitoksen toiminnan ennallistamissuunnitelma			
Päiväys	18.4.2013	Sivumäärä/Liitteet	23/9
Ohjaaja(t) Risto Rönkä, yliopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Martin Safarit Oy, toimitusjohtaja Martti Vainio / Raiderele Ry, jäsen Niklas Savinsaari			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön aiheena oli museoidun tasoristeyksen valo- ja äänivaroituslaitoksen toiminnan ennallistamissuunnitelman laatiminen Haapamäen Höyryveturipuistoon. Tavoitteena oli tuottaa suunnitelma, joka toteuttamalla saataisiin valo- ja äänivaroituslaitos toimimaan automaattisesti. Fiskarin seisakkeelta rantaradalta peräisin oleva valo- ja äänivaroituslaitos, vuodelta 1957, siirrettiin Haapamäelle vuonna 1993 museoitavaksi 7 ¼" raidelevykyiselle puutarharautatielle. Kehitys- ja asennustyö puutarharautatiehen jäi tuolloin kesken raidevirtapiirien toteuttamiseen tarvittavan tietotaidon ja resurssipulan vuoksi. Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin toteutuksen teknisten ongelmien ratkaisuvaihtoehdot. Työn aluksi ratkaistiin kehitystyön kesken jättänyt raidevirtapiirien toteuttamista koskeva ongelma. Sen jälkeen tehtiin suunnitelma raidevirtapiirien toteutukseen tarvittavista komponenteista sekä itse raidevirtapiirien toteuttamisesta käytännössä. Opinnäytetyö tehtiin pääasiassa asiantuntijatahoja haastattelemalla. Opinnäytetyön tuloksena tuotettu toiminnan ennallistamissuunnitelma ja dokumentit jäävät tasoristeyksen valo- ja äänivaroituslaitosta hallinnoivalle taholle, joka päättää jatkotoimista.			
Avainsanat rautatie, raidevirtapiiri, puutarharautatie, varoituslaitos			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Oskari Kvist			
Title of Thesis Plan for Restoration of Historically Preserved Level Crossing Warning Device			
Date	18 April 2013	Pages/Appendices	23/9
Supervisor(s) Risto Rönkä, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Martin Safarit Oy, CEO Martti Vainio / Raiderele Ry, member Niklas Savinsaari			
Abstract The purpose of this thesis was to create a plan for the restoration of a historically preserved level crossing warning device, located in the steam locomotive park of Haapamäki. The goal of this thesis was to create a plan which when carried out, would restore the normal automatic operation of the warning device. The light and sound warning device from year 1957 was originally from the halt of Fiskars on the Finnish Coastal Railway, and it was transferred from there to Haapamäki in 1993 for preservation on a 7 ¼"-gauge garden railway. The installation and fitting of the warning device on the garden railway was left partially unfinished because of limited resources and information regarding implementation of track circuits. Solution options to technical problems of implementation were studied in this thesis. First, the original problem of implementing track circuits was solved. Secondly, a plan of components necessary for implementing track circuits, and a plan of implementing track circuits on the garden railway in practice were created. The methods used in this thesis were mainly interviews of experts of railway infrastructure planning. The restoration plan and documents were given to the party who administrates the light and sound warning device, and who will decide further actions.			
Keywords Railway, track circuit, garden railway, level crossing warning device			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	TASORISTEYKSET	7
2.1	Tasoristeyksien varoituslaitteet	7
2.2	Tasoristeyksien varoituslaitokset	7
2.3	Valo- ja äänivaroituslaitos.....	8
3	TASORISTEYKSIEN VAROITUSLAITTEIDEN RAKENNE.....	9
3.1	Raideosuuksien vapaanaolon valvonta.....	9
3.1.1	Raidevirtapiirit.....	9
3.1.2	Tasoristeysturvalaitteiden ohjausjärjestelmät	10
3.2	Tasoristeysturvalaitteiden vaatimukset	11
3.3	Tasoristeysturvalaitteiden vikaturvallisuus	11
4	MUSEOIDUN VAROITUSLAITOKSEN NYKYTILA	12
5	MUSEOINNIN TEKNISET ONGELMAT	13
6	MUSEOINNIN TEKNISTEN ONGELMIEN RATKAISUVAIHTOEHDOT JA NIIHIN PÄÄTYMINEN ...	15
6.1	Kiskojen galvaanisen eristyksen suunnittelu	15
6.2	Eristysjatkoksen suunnittelu.....	16
6.3	Impulssirelekytkentä	16
7	MATERIAALIEN VALINTA	17
7.1	Materiaalin valinta apuratapölkyiksi	17
7.2	Materiaalin valinta eristysjatkoksiin	17
7.3	Materiaalin valinta nykyisten ratapölkyjen ja apuratapölkyjen väliseen ruuviinnitykseen	17
7.4	Materiaalin valinta päällysrakenteeksi parannettavien raideosuuksien matkalta	17
8	TOIMENPITEET MUSEOIDUN VAROITUSLAITOKSEN TOIMINNAN ENNALLISTAMISEKSI	18
9	KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO.....	21
9.1	Varoituskaitoksen käyttöönotto keväisin sekä käytöstäpoisto syksyisin	21
9.2	Kiskojen kulkupintojen hapettumisen estäminen ja hapettumien poisto tarvittaessa	21
9.3	Kunnonvalvonta ja vikojen raportointi	21
9.4	Kunnossapidolliset tarkastukset ja mittaukset	21
10	YHTEENVETO JA POHDINTA	22

LIITTEET

Haapamäen valo- ja äänivaroituslaitoksen kaapelointi- ja raide-eristyskaavio

Metalli- ja apuratapölkkyjen keskinäinen kiinnitys

Metalli- ja apuratapölkkyjen keskinäinen kiinnitys päältä päin

Eristysjatkos

Eristysjatkoksen asennus

Materiaalien kustannusarvio

Tarvittavat työkalut eristettyjen raideosuuksien toteuttamiseen

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on laatia suunnitelma Haapamäen Höyryveturipuistoon museoidun varoituslaitoksen toiminnan ennallistamiseksi. Keskeisenä tavoitteena opinnäytetyössä on tehdä suunnitelma varoituslaitoksen eristetyistä raideosuuksista ja niiden toteuttamisesta puutarharautatiehen sekä lisäksi pohtia varoituslaitoksen käyttöä ja kunnossapitoa.

Kyseinen museoitu varoituslaitos, valo- ja äänivaroituslaitos, on peräisin Fiskarista vuodelta 1957. Se tuotiin Haapamäelle vuonna 1993. Varoituslaitosta ei kuitenkaan tuolloin saatu toimimaan halutulla tavalla puutarharautatiessä resurssipulan vuoksi. Raide-eristyksien toteuttamista tutkittiin ja yritettiin muutamilla vaihtoehdoilla, mutta haluttuihin tuloksiin ei päästy. (Savinsaari 2012.)

Haapamäen höyryveturipuisto avattiin vuonna 1988. Se sijaitsee Keuruun Haapamäellä entisen höyryveturien halkotarhan alueella. Näyttelyalueella on pääosin VR:n lahjoittamia höyryvetureita ja muuta rautatiekalustoa. (Vainio 2013.)

Haapamäen höyryveturipuistossa on 185 mm raideleveyksinen (7 ¼") puutarharautatie. Rautatietä varten on rakennettu puistojuna, jonka veturina on Dr12-veturi pienoiskoossa. Junan vaunuina on päältä avonaisia matkustajavaunuja, joita käytetään matkustajien kuljetukseen puistossa.

Varoituslaitoksen toiminnan ennallistamista ryhdyttiin suunnittelemaan opinnäytetyönä, koska projekti oli pysähdyksissä 20 vuotta eikä kenelläkään riittänyt aikaa tai kiinnostusta jatkotutkimuksiin.

2 TASORISTEYKSET

Tasoristeyksillä tarkoitetaan tien ja radan samassa tasossa olevia risteyskohtia. Tasoristeykset ovat vartioimattomia tai vartioituja. Suomessa tasoristeyksiä on tällä hetkellä noin 3 000, joista noin 1 000 on vartioituja. (Liikennevirasto 2012.)

2.1 Tasoristeyksien varoituslaitteet

Tasoristeyksen varoituslaite on tasoristeykseen tai sen läheisyyteen asennettu laite, jonka tarkoitus on parantaa liikenneturvallisuutta tasoristeyksessä (Liikennevirasto 2012).

Varoituslaitteiksi määritellään mm. seuraavia laitteita (Ratahallintokeskus 2004):

- valo- ja äänivaroituslaite
- puomilaitteet (puolipuomit, paripuomit ja kokopuomit)
- jatkettu puomi
- tasoristeysvalo
- porttaali
- portti.

2.2 Tasoristeyksien varoituslaitokset

Tasoristeyksen varoituslaitos on tasoristeykseen tai sen läheisyyteen asennettujen tasoristeyksen varoituslaitteiden ja niiden ohjaus- ja valvontalaitteiden muodostama kokonaisuus. Tasoristeyksien varoituslaitoksiksi määritellään mm.

- valo- ja äänivaroituslaitos
- puolipuomilaitos
- paripuomilaitos
- kokopuomilaitos
- yhteenkytketyt liikennevalot ja tasoristeysopastimet
- tasoristeysvalolaitos (Ratahallintokeskus 2004).

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan lähemmin ainoastaan valo- ja äänivaroituslaitosta.

2.3 Valo- ja äänivaroituslaitos

Kun junaa ei ole valo- ja äänivaroituslaitoksen eristetyillä raideosuuksilla, tieliikenteen opastinyksikkö näyttää 40 kertaa minuutissa vilkkuvaa valkeaa valoa (kuva 1). Tämä ilmaisee valo- ja äänivaroituslaitoksen olevan toiminnassa. Vilkkuva valkea valo ei kuitenkaan ole tieliikenteen ajon salliva opaste eikä siten tae siitä, ettei juna voisi olla tulossa (esimerkiksi varoituslaitoksen varmuusvian takia), joten tasoristeyksen käyttäjän on syytä olla aina varuillaan. (Turvalaiteoppi 1973.)



KUVA 1. Tasoristeyksen valo- ja äänivaroituslaitos perustilassa (Kuva Oskari Kvist.)

Kun juna lähestyy tasoristeystä ja saavuttaa varoituslaitoksen eristetyn raideosuuden, tieliikenteen opastinyksikkö näyttää 80 kertaa minuutissa vilkkuvaa punaista valoa. Lisäksi annetaan kellolla äänihälytys. (Turvalaiteoppi 1973.)

Yleensä valo- ja äänivaroituslaitoksen toiminta on automatisoitu raidevirtapiirien avulla. Varoituksen pitää alkaa vähintään 20 sekuntia ennen junan saapumista tasoristeykseen. Varoituksen kytkevä eristetty raideosuus eli laitoksen toiminta-alue ulotetaan niin kauaksi tasoristeyksestä, että suurimmaa (radan sallimaa) nopeutta kulkevilla junilla saavutetaan vaadittava varoitusaika. (Turvalaiteoppi 1973.)

Varoitus alkaa aina junan ylitettyä määrätyn kohdan (raide-eristykseen). Varoituksen tulee tapahtua molemmilta suunnilta saapuville junille samanlaisesti ja sen pitää päättyä heti, kun juna on ohittanut tasoristeyksen. Nämä vaatimukset aiheuttavat sen, että eristetyt raideosuudet on tehtävä molemmin puolin tasoristeystä ja tasoristeyksen kohdalle vielä kolmas. Raidevirtapiirien toimintajärjestyksestä päätellään ns. suuntarelekytkennöillä junan kulkusuunta ja tällöin tasoristeyksen toimintaa ohjaava logiikka toimii siten, ettei varoituslaitos hälytä enää tasoristeyksen jälkeisellä osuudella. Jos suuntareleet eivät toimi, jatkuu varoitus myös junan ollessa tasoristeyksen jälkeisellä osuudella. Tätä tilannetta kutsutaan läpisoitoksi. (Turvalaiteoppi 1973.)

3 TASORISTEYKSIEN VAROITUSLAITTEIDEN RAKENNE

Tasoristeysturvalaitteet sisältävät raideosuuksien vapaanaolon valvonnan, turvalaitteiden ohjausjärjestelmän, mahdolliset kytkennät muihin turvalaitteisiin tai liikennevaloihin sekä ulkolaitteet (mm. tieopastimet, puominkääntölaitteet).

3.1 Raideosuuksien vapaanaolon valvonta

Raiteen vapaanaolon valvonta ohjaa tasoristeyskysien varoitustaitteiden toimintaa tasoristeysturvalaitteiden ohjausjärjestelmän avulla. Mikäli raiteiden vapaanaolon valvonta menetetään, tasoristeyskysen turvalaitteiden ohjausjärjestelmä ohjaa tasoristeysturvalaitteen turvalliseen tilaan.

Tasoristeysturvalaitteilla varustettu raide on jaettu raideosuuksiin, joiden tilaa valvotaan (vapaa/varattu). Valvovan järjestelmän mukaan asetetaan vaatimuksia radan rakenteille ja kiskoilla liikkuville yksiköille. (Järvinen 2008.)

Raideosuuksien vapaanaolon valvonnan tilatieto ohjaa tasoristeysturvalaitteiden toimintaa, joka puolestaan ohjaa tieopastimia vilkkuva valkea / vilkkuva punainen-tiloihin sekä puomien nostamista ja laskemista. (Järvinen 2008.)

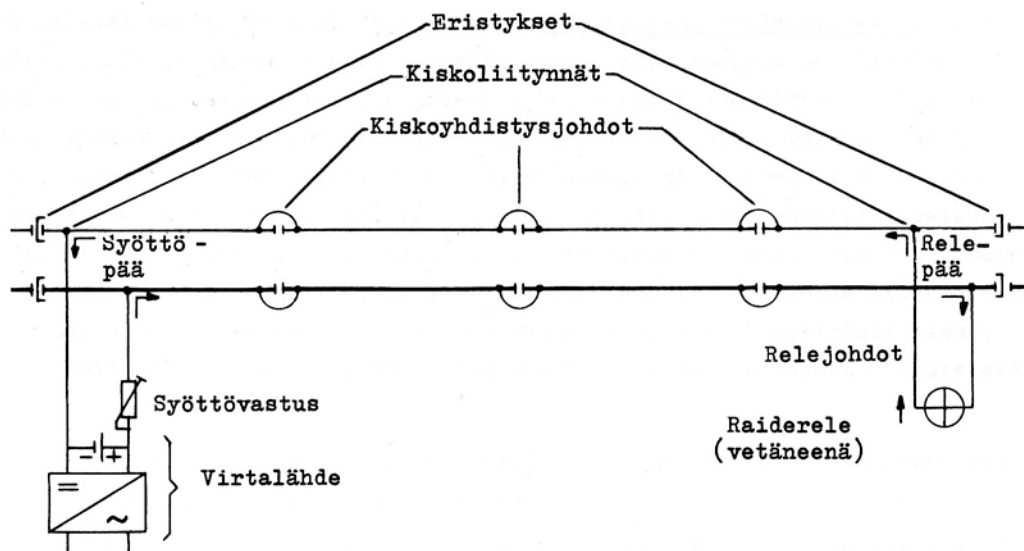
Keskeinen turvallisuusperiaate on, että jos raiteen vapaanaoloa ei saada varmistetuksi, on raideosuus tulkittava varatuksi. Tällöin tasoristeyskysen varoitustaitte alkaa hälyttää ja tieliikenteen kulku tasoristeyskyseseen katkeaa. Näin ei yleensä pääse syntymään tilannetta, että juna ohittaisi tasoristeyskysen ilman tasoristeyskysen varoitustaitoksen hälytystä.

Raiteen vapaanaolon varmistavia järjestelmiä ovat raidevirtapiirit, akselinlaskijat sekä vakiosäätösilmukat. Vakiosäätösilmukoita käytetään ainoastaan vanhoissa varoitustaitoksissa korvaamaan tieosuus. (Järvinen 2008.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään raideosuuksien vapaanaolon valvonnasta ainoastaan raidevirtapiirejä, koska raidevirtapiirit ovat tämän opinnäytetyön kannalta ainoa merkityksellinen raideosuuden vapaanaolon valvonnan järjestelmä.

3.1.1 Raidevirtapiirit

Raidevirtapiirityyppejä ovat muun muassa tasavirtaraidevirtapiiri, yksikiskoisesti eristetty vaihtovirtaraidevirtapiiri, kaksikiskoisesti eristetty vaihtovirtaraidevirtapiiri sekä äänitaajuusraidevirtapiiri (Järvinen 2008).



KUVIO 1. Raidevirtapiiri (Turvalaiteoppi 1973.)

Raidevirtapiiriin avulla saadaan tieto junan olemassaolosta raidevirtapiiriin kattamalla raideosuudella. Tätä aluetta sanotaan eristetyksi raideosuudeksi (kuvio 1). Virta syötetään raideosuuden toisesta päästä ja rele kytketään toiseen päähän. Raideosuuden ollessa vapaana virta kulkee kiskoja pitkin releen kautta. Rele on siis virrallinen, ja sen sanotaan olevan vetäneenä, koska relekäämin magneetoituminen vetää puoleensa releen ankkuria, joka puolestaan liikuttaa siihen liitettyjä koskettimia. Jos alueella on juna, sen akselit oikosulkevat kiskot ja samalla releen käämin. Virta kulkee pienempi-vastuksista tietä, akselien kautta, eikä releen käämin lävitse. Silloin releen käämiin ei synny magneettikenttää, joka vetäisi puoleensa ankkuria. Tällöin jokin vastavoima (vastapaino tai jousi) pitää ankkurin ja koskettimet toisessa asennossa kuin ennen. Rele on tällöin päästäneenä. (Turvalaiteoppi 1973.)

3.1.2 Tasoristeysturvalaitteiden ohjausjärjestelmät

Tasoristeysturvalaitteiden ohjausjärjestelmät ohjaavat tasoristeysturvalaitteiden toimintaa, ja ne on toteutettu joko reletekniikalla tai nykyisin tietokoneisiin sekä ohjelmoitaviin logiikoihin perustuvilla järjestelmillä.

Valvottavien raideosuuksien tilatietojen pohjalta tasoristeysturvalaitteiden ohjausjärjestelmä ohjaa tasoristeysturvalaitteiden ulkolaitteet toimimaan, esimerkiksi edellä kuvatussa valo- ja äänivaroituslaitoksessa kyseisellä tavalla. Puolipuumilaitoksessa ohjausjärjestelmä ohjaa valkoisten ja punaisten tieopastimien ja varoituskellon lisäksi puomien laskua ja nostoa, sekä tapauksittain vähintään varoitustuloskojun tai kaapin kyljessä olevaa vikavaloa, joka ilmoittaa ohi ajavalle veturinkuljettajalle varoitustuloslaitoksen viasta. Lisäksi ohjausjärjestelmät kommunikoivat muiden rautateiden turvalaitteiden kanssa tarvittaessa.

3.2 Tasoristeysturvalaitteiden vaatimukset

Tasoristeysturvalaitteilta vaaditaan, että varoitus alkaa suurimmilla junanopeuksilla n. 20 - 30 s ennen junan saapumista tasoristeyskseen. Varoituksen pitää loppua junan ylitettyä kokonaan tasoristeyskseen. Varoituslaitoksen toiminta-alueella seisova juna ei aiheuta varoitusta, jos mahdollista. Jos varoituslaitoksen toiminta-alueella on samanaikaisesti kaksi tai useampia junia, niiden kunkin vaikutus laitoksen toimintaan on toisistaan riippumaton. Näistä vaatimuksista johtuen suunnitellaan tasoristeysturvalaitteet yleensä siten, että laitteet toimivat automaattisesti molempiin suuntiin kulkeville junille. Kaksi- tai useampiraiteisilla radoilla jokaisen raiteen laitteiden toiminta on toisistaan riippumaton. Jos tasoristeyskseen lähellä on ratapiha, jossa junat seisovat, joudutaan automatiikka tarvittaessa poistamaan. Jos tasoristeyskseen lähellä ennen tasoristeystä on junaliikenteen opastimia, joudutaan niistä järjestämään riippuvuus tasoristeysturvalaitteisiin. Tarvittaessa voidaan käyttää myös käsinohjausta varoituksen aloittamiseen ja lopettamiseen. (Ratahallintokeskus 1999.)

Keskeinen vaatimus on, että laitteissa sattuvat viat ilmaisevat itsensä (Ratahallintokeskus 1999).

3.3 Tasoristeysturvalaitteiden vikaturvallisuus

Koska tasoristeysturvalaitteet ovat vartioitujen tasoristeysten turvallisuudesta vastaavia laitteita, niiden on toimittava turvallisesti myös vian sattuessa. Yksittäinen vika järjestelmässä johtaa järjestelmän hallitusti turvalliseen tilaan. Kaikissa tilanteissa on varauduttava järjestelmän jokaisen komponentin jokaiseen mahdolliseen vikaan (Järvinen 2008).

Tasoristeysturvalaitteissa ohjausjärjestelmä valvoo varoituslaitoksen kokonaisuutta vikojen varalta. Esimerkiksi puomin valvontavika sytyttää varoituslaitoksen kojun kyljessä olevan vikavalon palamaan. Osasta varoituslaitoksista vian ilmetessä rataosan liikennettä ohjaava kauko-ohjaaja saa hälytyksen, jolloin se voi määrätä päivystävät turvalaiteasentajat korjaamaan vian.

Lamppuvirtapiiristä on valvottava esimerkiksi seuraavat mahdolliset viat: virran kasvaminen tai jännitteen aleneminen, johtimen katkeaminen, oikosulku virtapiirissä tai hehkulangassa, maavika, oikosulku ulkopuoliseen jännitteeseen ja johtimeen indusoitunut häiriöjännite (Järvinen 2008).

4 MUSEOIDUN VAROITUSLAITOKSEN NYKYTILA

Kyseinen museoitu varoituslaitos, valo- ja äänivaroituslaitos (kuva 2), on peräisin Fiskarin seisakkeelta, Rantaradalta. Varoituslaitos otettiin käyttöön vuonna 1957. Se tuotiin Haapamäelle vuonna 1993, kun se purettiin alkuperäiseltä paikaltaan rantaradan perusparannuksen yhteydessä. (Savinsaari 2012.)



KUVA 2. Valo- ja äänivaroituslaitos Haapamäen Höyryveturipuistossa (Kuva Oskari Kvist.)

Varoituslaitoksen ohjaustekniikka on täysin relepohjaista. Raideosuuksien valvontaan on käytetty tasavirtaraiderereleitä, mutta niitä ei ole kytketty raideosuuksiin raideosuuksien raiteiden välisen galvanisen erotuksen puuttuessa. Raideosuuksien pituudet on valmiiksi määritelty ja raide-eristysten kaapelit on kaivettu ja päätetty valmiiksi tulevien eristysjatkoksien kohdille raide-eristysten kaapeli-päätepoteroihin. Valo- ja äänivaroituslaitos on rataan liittyvien raideosuuksien puuttumista lukuun ottamatta täysin alkuperäinen ja toimintakuntoinen. Tyypiltään varoituslaitos on linjalaitos. (Savinsaari 2012.)

5 MUSEOINNIN TEKNISET ONGELMAT

Varoituslaitoksen museointi jäi kesken puutarharadan rakenneratkaisun vuoksi. Rata valmistettiin tyssäämällä kiskot kiinni sinkittyihin teräsratapölkkyihin. Sinkityt teräsratapölkkyt johtavat sähköä, joten molemmat kiskot ovat jatkuvasti täysin oikosulussa keskenään teräsratapölkkyjen kautta (kuva 3). Raidevirtapiiri on siis nykyisellä radan rakenteella mahdoton toteuttaa, koska raidevirtapiiri vaatii kiskojen sähköisen eristämisen toisistaan. Tämä rakenteellinen ongelma jäi siis ratkaisematta. (Savinsaari 2012.)



KUVA 3. Puutarharadan rakenne Haapamäen Höyryveturipuistossa (Kuva Oskari Kvist.)

Lisäksi eristetyillä raideosuuksilla tarvittavien eristysjatkosten toteuttamista yritettiin erilaisilla materiaaleilla, mm. muovipäälysteisellä metallisella kiskonjatkoksella sekä nailonista valmistetulla eristysjatkoksella. Ne eivät kuitenkaan olleet mekaanisesti tarpeeksi kestäviä. Haasteeksi muodostui kiskonjatkoksen kokoa vastaava eristysjatkoksen pieni koko (kuva 4) minkä vuoksi käytettävissä olleet materiaalit eivät antaneet eristysjatkokselle tarvittavaa rakenteellista lujuutta. Komposiittimuovien käyttöä eristysjatkoksissa pohdittiin, mutta ne olivat kalliita ja hankalia valmistaa. (Savinsaari 2012.)

Junan akselien ja kiskon välistä sähkönjohtavuutta kokeiltiin tilapäisellä eristysjatkoksella, jonka yli puistojuna meni ja yhdisti kiskot pitkittäin sähköisesti toisiinsa. Pitkittäinen sähkönjohtavuus kiskosta kiskoon todettiin yleismittarin avulla. (Savinsaari 2012.)



KUVA 4. Puutarharadan kiskonjatkos Haapamäen Höyryveturipuistossa (Kuva Oskari Kvist.)

6 MUSEOINNIN TEKNISTEN ONGELMIEN RATKAISUVAIHTOEHDOT JA NIIHIN PÄÄTYMINEN

Museaalisista ja teknisistä syistä halutaan varoituslaitoksen raiteiden vapaanaolon valvonta toteuttaa raidevirtapiireillä, koska varoituslaitoksessa oli sen aktiivikäyttöaikanaikin käytössä raidevirtapiirit. Akselinlaskennan toteutusta harkittiin, mutta sen soveltaminen ei ole tähän varoituslaitokseen järkevää, koska varoituslaitoksen ohjausjärjestelmä pyritään pitämään mahdollisimman alkuperäisenä ja siihen kohdistuvat muutokset mahdollisimman minimaalisena. (Savinsaari 2013.)

Muiden kuin todellisuudessa käytössäolevien raideosuuksien vapaanaolon valvontajärjestelmien (akselinlaskennan tai raidevirtapiirien toteuttaminen) ei tule kyseeseen projektissa, koska ne olisivat epäturvallaitemaisia ja epämuseaalisia "viritelmiä" ja toisivat oman lisäriskinsä vikaantuessaan (Savinsaari 2013).

6.1 Kiskojen galvaanisen eristyksen suunnittelu

Radalla kulkeva Dr12-veturin pienoisversio painaa kuljettajan kanssa noin 400 kg. Sen paino jakautuu kahdelle telille, joissa molemmissa on kolme akselia. Paino jakautuu telille noin 60 % – 40 %, koska veturin painavammassa päässä on veturia käyttävä Briggs & Stratton- bensiinimoottori sekä voimansiirron hydraulipumppu. Tällöin veturin akselipaino on maksimissaan noin 80 kg. (Vainio 2013.)

Kiskojen keskinäinen galvaaninen eristys eristettävien raideosuuksien matkalta voidaan toteuttaa purkamalla raide-elementit radasta, merkitsemällä ja poraamalla kiinnitysreikien paikat teräksisiin ratapölkkyihin, merkitsemällä ja katkaisemalla nykyiset ratapölkkyt ja kiinnittämällä nykyiset teräksiset ratapölkkyt apuratapölkkyihin kansiruuveilla. (Liite 3: Metall- ja apuratapölkkyjen keskinäinen kiinnitys päältä päin) Näin muodostuu eristetty raide-elementti, jossa käytetään mahdollisimman paljon olemassa olevaa materiaalia hyödyksi.

Vaihtoehtoisia menetelmiä kiskojen keskinäiseen galvaaniseen eristykseen on esimerkiksi irrottaa kiskot kokonaan nykyisistä ratapölkkyistä, ja käyttää jotain itsevalmistettuja kiskonkiinnikkeitä ja täysin uusia ratapölkkyjä eristettyjen raideosuuksien matkalla. Tässä olisi huomattavasti suuremmat kustannukset kuin valitussa menetelmässä. Lisäksi voitaisiin ostaa myös uusia kiskoja, joille on valmiita kiskonkiinnittimiä saman valmistajan ratapölkkyihin saatavilla.

Myös radan päällysrakennetta pitää parantaa eristettävien raideosuuksien matkalta, jotta eristysjatkoksiin kohdistuva kuormitus minimoituisi ja mahdollisimman vähän aluskasvillisuutta tulisi häiritsemään raidevirtapiirin toimintaa. Tällöin raidevirtapiiriin tulee vähemmän vikoja, kun kiskoja ja junan pyörien väliin ei pääse niin paljon sinne kuulumatonta eloperäistä ainesta, joka toimisi eristävänä ja liukastavana aineena kiskon pinnassa. Lisäksi noin metrin matkalla eristettävien raideosuuksien ääri-rajailta valvomattomille raideosuuksille päin täytyy radan päällysrakenne parantaa em. syiden takia. (Hölttä 2013.)

Vaihteen kohdalla oleva raideosuus voidaan jättää välistä pois, koska se on lyhyt (lyhyempi kuin sen yli kulkeva juna), sitä on hankala eristää eikä sen poisjättäminen ole riskialtista. Vaihteen kohdalla olevalla raideosuudella päällysrakenne vaihdetaan, tuetaan ja pölkytetään samalla tavalla kuin ympäröivät eristetyt raideosuudet. Jos tätä ei tehtäisi, routa voisi ehkä aiheuttaa pystysuuntaista poikkeamaa ratageometriaan ja tällöin myös ylimääräistä kuormitusta vaihdetta ympäröiviin eristysjatkoksiin. Teräksisiä ratapölkyjä ei tietenkään tällöin katkaista vaihteen raideosuuden kohdalta.

Valittu rakenne on turvallinen sekä ympäristöolosuhteita hyvin kestävä, tervauksen estäessä puun lahoamisen apuratapölkyssä. Yksittäiseen pölkkyyh kohdistuva kuorma ole kovin suuri, maksimissaan noin 80 kg, mikä vastaa keskikokoisen ihmisen painoa. Apuratapölkyh kestävyyttä pidentää päällysrakenteen vaihto eristettyjen raideosuuksien matkalta, kun vesi ei pääse seisomaan apuratapölkyh välittömässä läheisyydessä.

6.2 Eristysjatkoksen suunnittelu

Eristysjatkoksen suunnittelussa pitää ottaa huomioon kiskojen välisen pitkittäisen eristyksen toteutumisen varmuus, jäykkyys, eristysjatkoksen molemmilla puolilla olevien kiskon päiden aiheuttama taivutuskuormitus, ulko-olosuhteet, mukaan lukien UV-säteily ja lämmönvaihtelut, sekä edullinen hinta. Eristysjatkoksen suunnittelu pohjautuu olemassa oleviin kiskonjatkoksiin, johon on lisätty eristävä välikappale. Eristysjatkoksen pitää käydä sellaisenaan olemassa olevien kiskonjatkosten tilalle.

6.3 Impulssirelekytkentä

Impulssirelekytkentä tarkoittaa varoituslaitoksessa kytkentää, jolla eristetyn raideosuuden varautuminen hetkellisesti otetaan huomioon varoituslaitoksen toiminnan logiikassa. Impulssirelekytkentä varmistaa varoituslaitoksen hälytyksen jatkumisen tarpeeksi pitkään, kun kalusto ei aina kulkiessaan oikosulje eristettyä raideosuutta kunnolla, esimerkiksi kiskon ollessa tavallista hapettuneempi.

Impulssirelekytkentää ei ole tässä kyseisessä varoituslaitoksessa, se on syytä lisätä varoituslaitoksen toiminnan häiriöttömyyden takaamiseksi (Savinsaari 2013).

7 MATERIAALIEN VALINTA

7.1 Materiaalin valinta apuratapölkyiksi

Apuratapölkyjen materiaaliksi valittiin tervattu 2" x 2"- mäntypuupölky, johon nykyiset teräksiset ratapölkkyt katkaistuna liitetään. Apuratapölkyihin porataan halkaisijaltaan 8 mm:n ja syvyydeltään 45 mm:n alkureiät ratapölkyjen kiinnitykseen käytettäville kansiruuveille ennen tervausta.

Tervattu puu kestää varsin hyvin ulkoilmaolosuhteita, jos tervausta on toteutettu oikein. Apuratapölkyjen tervauksessa pitää olla mukana kokenut tervaaaja, joka on perillä tervan alkuperästä ja valmistustavasta. Vääränlainen terva johtaa hyvin todennäköisesti laatupoikkeamiin. (Heikkinen 2011.)

Tervatun puun vaihtoehtona on käyttää painekyllästettyä puuta. Paineekyllästettyä puuta saa käyttöön nopeammin kuin tervattua (tervaamisessa ja tervan kuivumisessa kestää oma aikansa), mutta se ei ole yhtä kestävää ulko-olosuhteissa. (Savinsaari 2013.)

7.2 Materiaalin valinta eristysjatkoksiin

Eristysjatkoksien materiaaliksi valittiin musta POM-muovi sen edullisuuden, jäykkyyden, lämpötilan- sekä UV-säteilyn kestävyysvuoksi. Näiden ominaisuuksien pohjalta se soveltuu hyvin eristysjatkoksien materiaaliksi. Jatkos kestää junan aiheuttamat kuormat. (Pentikäinen 2013.)

Eristysjatkos (ks. liite 4 Eristysjatkos) kiinnitetään kiskoon 25 mm pitkällä M8-pultilla ja M8-lukkomutterilla (ks. liite 5 Eristysjatkoksen asennus).

7.3 Materiaalin valinta nykyisten ratapölkyjen ja apuratapölkyjen väliseen ruuvikiinnitykseen

Nykyisten sinkittyjen teräsratapölkyjen ja puisten apuratapölkyjen välinen ruuvikiinnitys toteutetaan DIN 571 -standardin mukaisella halkaisijaltaan 10 mm:n ja pituudeltaan 50 mm:n kansiruuvilla. Oletusarvoisesti valitaan hiiliteräksinen kuumasinkitty kansiruuvi tervatulle apuratapölkylle sinkityn teräksen ja ruuvimateriaalin galvaanisen korroosion välttämiseksi. (Würth Elektronik.)

Jos apuratapölkkyinä käytetään painekyllästettyä puuta, täytyy kansiruuvin olla ruostumatonta terästä. Kaikissa säälehtiissä, kantavissa ja henkilöturvallisuuden kannalta merkittävässä painekyllästettyä puuta sisältävissä rakenteissa tulee käyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettuja ruuveja. (Puuinfo 2010.)

7.4 Materiaalin valinta päällysrakenteeksi parannettavien raideosuuksien matkalta

Tukikerroksen materiaaliksi valittiin 8 - 16 mm kallio- tai soramurske, jossa hienoaineksen määrä on minimissään. Se ei pidätä vettä ja apuratapölkyjen lahoaminen saadaan pidettyä minimissään. Murskeella ei raidevirtapiiriin toimintaa häiritsevä ruoho pääse helposti kasvamaan. (Höltkä 2013.)

8 TOIMENPITEET MUSEOIDUN VAROITUSLAITOKSEN TOIMINNAN ENNALLISTAMISEKSI

Lähtökohtaisesti toiminnan ennallistamiseen tarvitaan seuraavia toimenpiteitä:

- raiteiden keskinäinen galvaaninen eristys
- raide-eristysosuuksien rajoilla olevien kiskonjatkosten vaihtaminen eristysjatkoksiin
- kaapelointien kytkentä kiskoihin
- kiskojen galvaanisen yhteyden varmistaminen raide-eristysosuuksien normaalien kiskonjatkosten yli kiskonyhdistysjohdoilla
- impulssirelekytkennän lisääminen varoituslaitoksen releistöön
- käyttöönoton vaatimat mittaukset ja kokeilut
- viimeistely.

Käytännössä raiteiden keskinäisen galvaanisen eristyksen toteuttamista täytyy kokeilla ensin kahdella lyhyellä varoituslaitoksen eristettävällä raideosuudella (Er II ja Er III), jotta mahdolliset liikkuvan kaluston ja mahdollisten muiden ulkoisten seikkojen (sääolosuhteet) aiheuttamat raidevirtapiirin häiriöt tulevat ilmi. Samalla voidaan tutkia millaisia ongelmia häiriöt mahdollisesti aiheuttavat varoituslaitoksen toimintaan. Häiriöt ovat tyypillistä erityisesti lyhyillä eristettävillä raideosuuksilla.

(Savinsaari 2013.)

Toteuttamalla kaksi koe-eristysosuutta varmistutaan myös apuratapölkyn, sen liitosten, päällysrakenteen sekä eristysjatkosten soveltuvuudesta ympäristöön. Näin saadaan selville myös ympäristön mahdollisesti vaatimat muutokset lopulliseen rakenteeseen. Seuraavaksi on esitelty toimenpiteet, joilla ensin mainitut koe-eristysosuudet sekä muutkin eristysosuudet saadaan toteutettua.

Kiskonjatkoksien purku

Raiteiden galvaanisen eristyksen toteutus aloitetaan kiskonjatkosten purkamisella, jotta rata saadaan nostettua sopivan pituisina raide-elementteinä pois nykyiseltä paikaltaan.

Raide-elementtien nosto radasta pois ja pitkittäissuuntainen katkaisu

Elementit nostetaan ratalinjasta sivuun ja niihin porataan 10 mm:n reiät kiinnitystä varten. Reiät on syytä porata esimerkiksi jonkinlaista jigiiä apuna käyttäen, jotta reikien sijainnit ovat vakiot. Samalla elementtien ratapölkkyihin merkitään katkaisukohdat ja ratapölkkyt katkaistaan merkityiltä kohdilta.

Radan päällysrakenteen vaihto tarvittavalta matkalta

Radan päällysrakenne vaihdetaan 10 cm:n syvyydeltä ja 50 cm:n leveydeltä. Päällysrakenteen vaihto tehdään radan linjaukselta eristettävien raideosuuksien pituudelta. Tämän lisäksi vaihto tehdään metrin matkalta eristettävien raideosuuksien äärirajoilta (joista varoituslaitoksen toiminta-alue alkaa) sekä vaihteen kohdalla olevan raideosuuden pituudelta. Pohjakerros tiivistetään tärykoneella tasoon -5 cm ympäröivän maanpinnan korkeudesta.

Apuratapölkkyjen asettelu ratalinjan mukaisesti

Apuratapölkkyt, joihin on jo valmistusvaiheessa porattu 8 mm:n reiät elementtien kiinnitykseen käytettäville kansiruuveille, asetetaan radan linjauksen mukaisesti 20 cm:n välein päällysrakenteen päälle.

Halkaistujen raide-elementtien asettelu ja kiinnitys kansiruuveilla

Elementit asetetaan apuratapölkkyjen päälle siten, että apuratapölkkyjen ja elementtien reiät ovat kohdillaan. Tarvittaessa apuratapölkkyjen asemaa voi hienosäätää käyttämällä raideleveyyssapluunaa apuna. Samalla reikiin laitetaan 10 mm:n kansiruuvit ja ruuvataan ne kiinni. Näin muodostuu raide-elementti.

Raide-elementtien tuenta päällysrakenteeseen

Raide-elementit tuetaan päällysrakenteeseen tarkoitukseen soveltuvalla tärykoneella siten, että apuratapölkkyjen taso on radan päällysrakenteen tasolla. Tarvittaessa lisätään kalliomursketta.

Kiskonjatkosten, kiskonyhdistysjohtojen ja eristysjatkosten kiinnitys

Elementit kiinnitetään kiskonjatkoksilla toisiinsa. Raidevirtapiirin toiminnan varmistamiseksi kiskonyhdistysjohdot kiinnitetään kiskoihin kiskonjatkosten yli. Eristettyjen raideosuuksien päissä olevat eristysjatkokset kiinnitetään paikalleen.

Raidevirtapiirijohdotuksien kiinnitys ja tarkistus

Olemassa olevien eristyspoteroiden ja kaapelointien kunto tarkistetaan ja tarvittaessa vaihdetaan. Eristetyiltä raideosuksilta mitataan kiskojen välinen vuotovastus yleismittarilla. Mikäli kiskot ovat jollakin eristetyillä raideosuksilla oikosulussa keskenään, selvitetään syy ja korjataan se. Eristettyjen raideosuuksien syöttöpäiden ja relepäiden johdotukset sekä vaihdeosuuden ohittava ohitusjohto kiinnitetään kiskoihin tappijuotoksien avulla sekä eristyspoterojen kaapeliliittimiin pulttiliitoksien.

Eristettyjen raideosuuksien käyttöönottomittaukset ja raidevirtapiirien toiminnan kokeilu

Osana eristettyjen raideosuuksien käyttöönottoa raidevirtapiirien toiminnasta mitataan raidereleen päästö- ja vetojännitearvot, kun kiskojen väliin laitetaan tarkoitukseen soveltuva potentiometri ja säädetään sen vastusarvoa pienemmästä suurempaan. Arvot on syytä mitata yleismittarilla tai digitaalilla kannettavalla oskilloskoopilla. Arvot kirjataan ja taulukoidaan.

Eristettyjen raideosuuksien toiminta kokeillaan täysimittaisella tyhjällä junalla kaikkiin suuntiin ja kirjataan tapahtuneet häiriöt. Raidereleiden toimintaa seurataan varoituslaitoksen relekojulla, jossa

kolmella digitaalisella kannettavalla oskilloskoopilla otetaan seurattaviksi kanaviksi raidereleiden re-lepäiden kaapelien päätteet. Samanaikaisesti junan kulkua sekä laitoksen toimintaa kuvataan videokameralla ja verrataan videokameroiden tallentamia videomateriaaleja toisiinsa. Jos eristetyt raideosuudet toimivat oikein, raidereleiden pitäisi päästää ja vetää junan kulkusuunnan mukaisessa jär-jestyksessä ilman häiriöitä, kun juna kulkee eristetyltä raideosuudelta toiselle, ja varatun eristetyn raideosuuden pitäisi näkyä tasaisina jännitteettöminä viivoina oskilloskooppien näytöiltä. Mikäli eris-tetyt raideosuudet toimivat oikein, varoituslaitos hälyttää junan kulkusuunnan mukaisesti ja lopettaa hälytyksen tieosuuden vapautumisen jälkeen. Mahdollisten häiriöiden ja vikatapausten yhteydessä selvitetään kyseisen vian lähde ja kokeillaan tapauksittain päätettäviä ja sovellettavia toimenpiteitä ongelmien ratkaisemiseksi ja häiriöiden poistamiseksi.

Viimeistely

Varoituslaitokseen asennetaan impulssirelekytkentä, koska on todennäköistä, että jossain vaiheessa kiskon pinnan likaantuessa ja/tai hapettuessa saattaa eristettyihin raideosuuksiin tulla kosketuson-gelmia. Tätä eristettyjen raideosuuksien ominaisuutta kompensoidaan osin impulssirelekytkennän asennuksella ja osin myös sillä, että talvikauden jälkeen kiskojen pinta pyritään saamaan kiiltäväksi junalla ajamalla tai tarvittaessa hiomalla. (Savinsaari 2013.)

9 KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO

9.1 Varoituslaitoksen käyttöönotto keväisin sekä käytöstäpoisto syksyisin

Varoituslaitos otetaan keväisin liikenteen alkaessa käyttöön kääntämällä varoituslaitoskojussa sijaitseva OK-kytkin asentoon 1 ja poistamalla varoituslaitos ei käytössä-kilpi tieopastinmastosta. Tällöin on varmistuttava siitä että kiskojen kulkupinnoilla ei ole merkittävää hapettumaa joka häiritsisi raidevirtapiirin toimintaa. Syksyisin liikenteen loppuessa varoituslaitos otetaan pois käytöstä kääntämällä varoituslaitoskojussa sijaitseva OK-kytkin asentoon 0 ja asentamalla varoituslaitos ei käytössä-kilpi tieopastinmastoon.

9.2 Kiskojen kulkupintojen hapettumisen estäminen ja hapettumien poisto tarvittaessa

Varoituslaitoksen eristettyjen raideosuuksien turvallisen toiminnan säilyttämiseksi, aina liikennöinnin alkaessa keväisin on syytä ajaa junalla muutaman kerran rata läpi siten, että kiskot muuttuvat kulkupinnoiltaan kiiltäviksi. Tällöin mahdolliset talven aikana kertyneet hapettumat häviävät kiskoista että junan pyöristä. Mikäli tämä ei riitä, on syytä hioda kiskojen kulkupintaa jollakin tapaa kevyesti, jotta hapettumakerros häviäisi. Esimerkiksi hiontavaunu johon on ripustettu kaksi jousikuormitettua akkukäyttöistä kulmahiomakonetta hiomalaikoilla, olisi käyttökelpoinen ratkaisu, mikäli tarve vaatii.

9.3 Kunnonvalvonta ja vikojen raportointi

Mikäli varoituslaitoksen toiminnassa esiintyy vikoja, niistä raportoidaan varoituslaitosta kunnossapitävälle taholle. Erityisesti varmuusvikojen tapauksessa (varoituslaitos ei varoita vaikka juna on lähestymässä varoituslaitosta) täytyy raportointi tehdä välittömästi, ja kunnossapidon selvitettävä tilanne. Varoituslaitosta kunnossapitävä taho seuraa vikojen esiintymistä, ja tapauskohtaisesti selvitetään sekä mahdollisuuksien mukaan pyritään poistamaan vian aiheuttaja, jolloin minimoidaan vikojen esiintyminen. Kunnossapitoa voidaan tarvittaessa tehostaa vikojen minimoimiseksi.

9.4 Kunnossapidolliset tarkastukset ja mittaukset

Varoituslaitokselle tehdään kunnossapidollinen tarkastus 1-2 kertaa vuodessa. Tarkastukseen kuuluvat:

- Raidevirtapiirin mittaukset
- Tieopastimien lamppujen tarkastus
- Junalla ajon tarkastus (tutkitaan toimiiko varoituslaitos normaalisti)
- Kiskonyhdistysjohtojen, sekä syöttö- ja relepään kiskoliitäntäjohtojen silmämääräinen tarkastus
- Akuston kunnonvalvontamittaukset ja kuormituskoe
- Virransyötön toiminnan tarkastus verkkohäiriössä

Varoituslaitoksen kunnossapitomittaukset (raidevirtapiirien ja akuston mittaukset) taulukoidaan ja taulukot sijoitetaan varoituslaitoksen kojuun. Tällöin mittauksia voidaan helposti verrata edelliseen mittauskertaan, ja mittausten eroavaisuuksista kunnossapitävä taho voi päätellä raideraiteiden ja akuston kunnan.

10 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tehtiin suunnitelma Haapamäen valo- ja äänivaroituslaitoksen toiminnan ennallistamisesta toimeksiantajataholle, Raiderele Ry:lle. Eristettyjen raideosuuk- sien ja niiden toteut- tamisen suunnittelu oli olennaisin osa tätä opinnäytetyötä.

Työn tavoitteena oli tehdä suunnitelma Haapamäen valo- ja äänivaroituslaitoksen toiminnan ennallistamisesta. Suunnittelun vaatimuksena oli raideosuuk- sien vapaanaolon valvonnan toteuttaminen raidevirtapiirien avulla eristetyin raideosuuk- sin, kustannussyistä nykyisen ratarakenteen mahdolli- simman tehokas hyötykäyttö ja tietenkin turvallinen, ulko-olosuhteita vähintään nykyisen rakenteen tavalla kestävä radan rakenne. Lisäksi pohdittiin lyhyesti varoituslaitoksen käyttöä ja kunnossapitoa.

Työn toteutusmenetelminä käytettiin pääosin asiantuntijoiden haastatteluja, teknistä piirtämistä DraftSight-2D-CAD-ohjelmalla sekä tiedonhakua internetistä.

Eristettyjen raideosuuk- sien suunnitteluun kuului rakenteen suunnittelu, kaapelointi- ja raide- eristyskaavion piirtäminen ja materiaalivalinnat sekä materiaalien osalta kustannusarvio. Eristettyjen raideosuuk- sien toteuttamisen suunnitteluun kuului työvaiheiden sekä työmenetelmien (tarvittavine työkaluineen) suunnittelu. Opinnäytetyön tuloksena tuotettu toiminnan ennallistamissuunnitelma ja dokumentit jäävät tasoristeyksen valo- ja äänivaroituslaitosta hallinnoivalle taholle, joka päättää jat- kotoimista. Jatkossa toteutetaan varoituslaitoksesta ensin kaksi eristettyä raideosuutta, Er II ja Er III, joiden avulla evaluoidaan ratkaisun käytännön toteutuksen luotettavuutta, toimivuutta ja mah- dollisia toteutuksen ongelmia. Tämän jälkeen suunnitelmaa voidaan täsmentää ja kehittää ensim- mäisen vaiheen toteutuksen kokemuksen perusteella.

Varoituslaitos otetaan käyttöön keväällä ennen liikenteen alkamista ja poistetaan käytöstä syksyllä liikenteen loputtua. Erityisesti keväisin lumien sulettua on huolehdittava ennen varoituslaitoksen käyttöönottoa siitä, että hapettumia ei ole kisko- jen kulkupinnoilla häiritsemässä raidevirtapiirin toi- mintaa. Käytön aikana varoituslaitoksen toimintaa valvotaan ja häiriöistä raportoidaan varoituslaitos- ta kunnossapitävälle taholle. Lisäksi varoituslaitosta kunnossapitävä taho tarkastaa laitoksen kunnon 1 - 2 kertaa vuodessa, jotta varoituslaitoksen turvallinen toiminta voidaan varmistaa.

Työssä saatiin aikaiseksi kohtuullisen kattava suunnitelma varoituslaitoksen toiminnan ennallistami- sesta. Suunnitelman pohjalta varoituslaitoksen toiminnan ennallistaminen onnistuu kohtuullisen pie- nellä ennakkosuunnittelulla, ja koeosuuk- sien toteuttamisen kynnyks on pieni. Eristettyjen raideosuuk- sien rakenteen suunnittelu onnistui kohtuullisesti, ja rakenteen vaatimukset tulivat suunnittelussa täytetyksi. Toteutuksen suunnittelu tarvittavine työkaluineen ja materiaalien kustannuksineen onnis- tui hyvin. Toteutetun rakenteen laatu todetaan käyttöönoton aikaisilla mittauksilla ja kunnossapidon mittauksilla vertailemalla saatuja arvoja aiempiin mittaustuloksiin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

TURVALAITEOPPI 1973. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

SAVINSAARI, Niklas. 2012. Kuljetuspäällikkö [haastattelu 29.11.2012] VR Group: Haapamäki.

SAVINSAARI, Niklas. 2013. Kuljetuspäällikkö [irc-haastattelu 3.4.2013]. VR Group. Ei saatavissa.

RATAHALLINTOKESKUS 2004. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Osa 9 Tasoristeykset. [viitattu 20.3.2013] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_9_tasoristeykset.pdf

RATAHALLINTOKESKUS 1999. Tasoristeysturvalaitteiden tekniset toimitusehdot. [viitattu 27.3.2013] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_tasoristeysturvalaitteiden_teknoimehdot.pdf

JÄRVINEN, Laura 2008. Rautateiden turvalaitteet. [viitattu 27.3.2012]
Esitysaineisto: Mittaustekniikan lisensiaattikurssi 17.4.2008. Aalto-yliopisto: Helsinki.
Saatavissa: <http://metrology.tkk.fi/courses/S-108.4010/2008/jarvinen.pdf>

LIIKENNEVIRASTO 2012. Varoituslaitosten tekniset toimitusehdot. [viitattu 20.3.2013] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_varoituslaitosten_tekniset_web.pdf

PENTIKÄINEN, Pasi. Toimitusjohtaja. [haastattelu 27.3.2013] Samplastic Oy: Kuopio.

VAINIO, Martti. Toimitusjohtaja. [puhelinkeskustelu 3.4.2013] Martin Safarit Oy: Haapamäki.

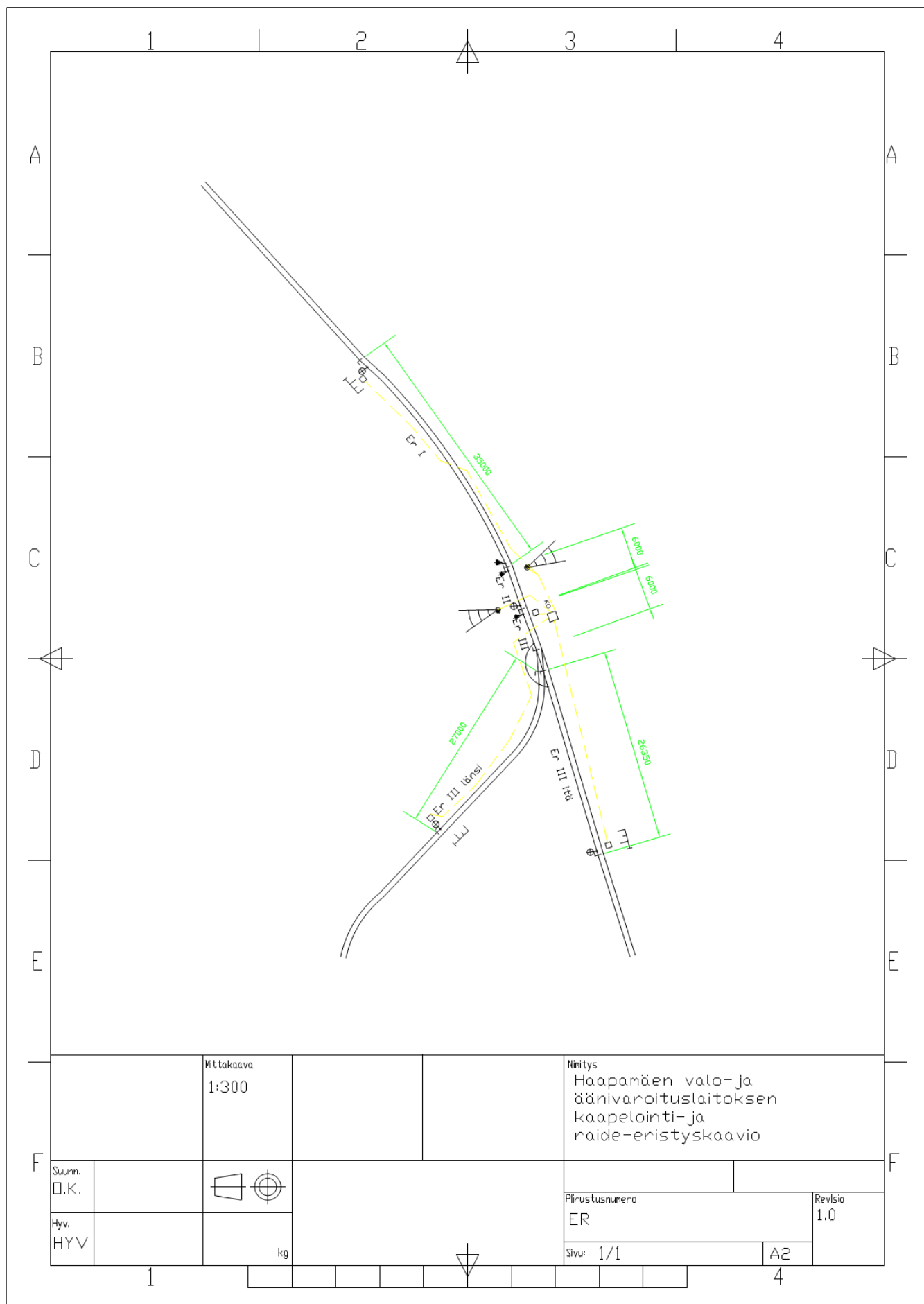
HÖLTÄ, Pasi. Ratasuunnittelija. [irc-haastattelu 3.4.2013] VR Track. Ei saatavissa.

PUUINFO OY 2010. Yrityksen www-sivu. Hyvä tietää kestopuusta. [viitattu 3.4.2013]
Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeita-omatoimirakentajille/hyva-tietaa-kestopuusta/hyva-tietaa-kestopuusta-web.pdf>

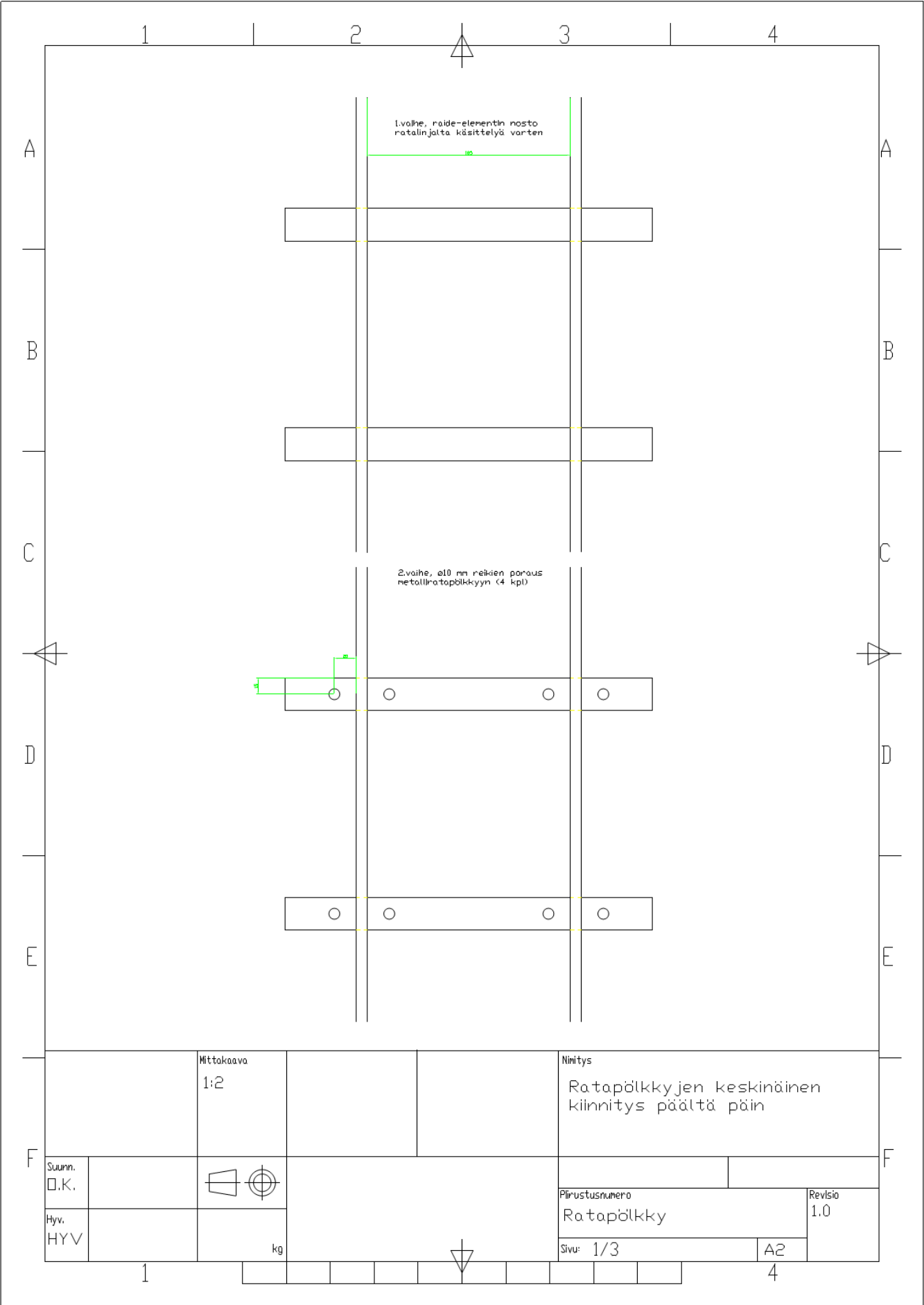
WÜRTH ELEKTRONIK OY. Ruuviliitoksen suunnitteluopas [viitattu 3.4.2013] Saatavissa: <http://www.wurthelektronik.fi/site/media/pdf/we/kuvasto/suunnitteluopas06.pdf>

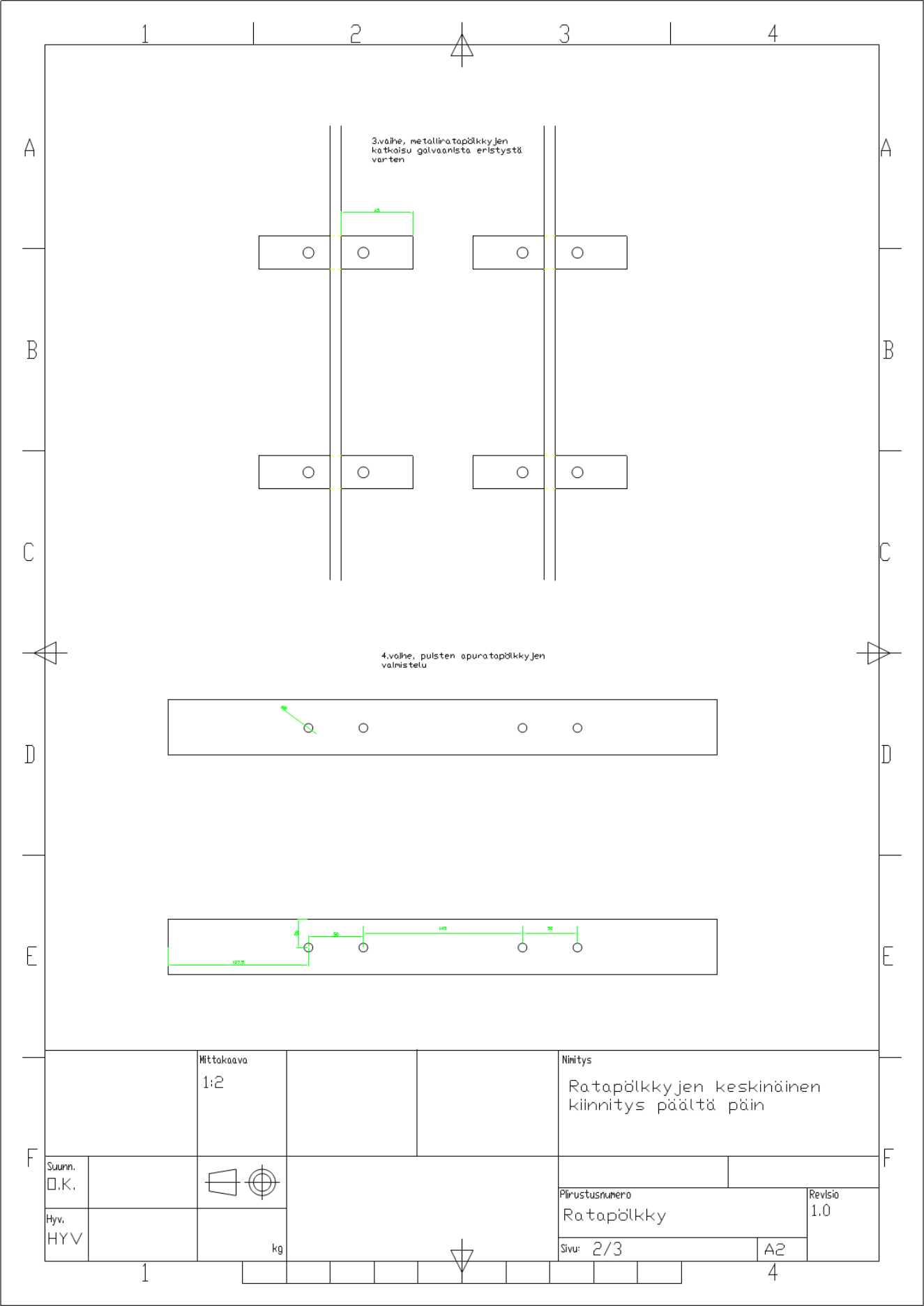
HEIKKINEN, Esa 2011. ProAgria Kainuu. Terva ja paanukatot. [viitattu 27.3.2013]
Saatavissa: http://www.kainuunterva.com/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=31

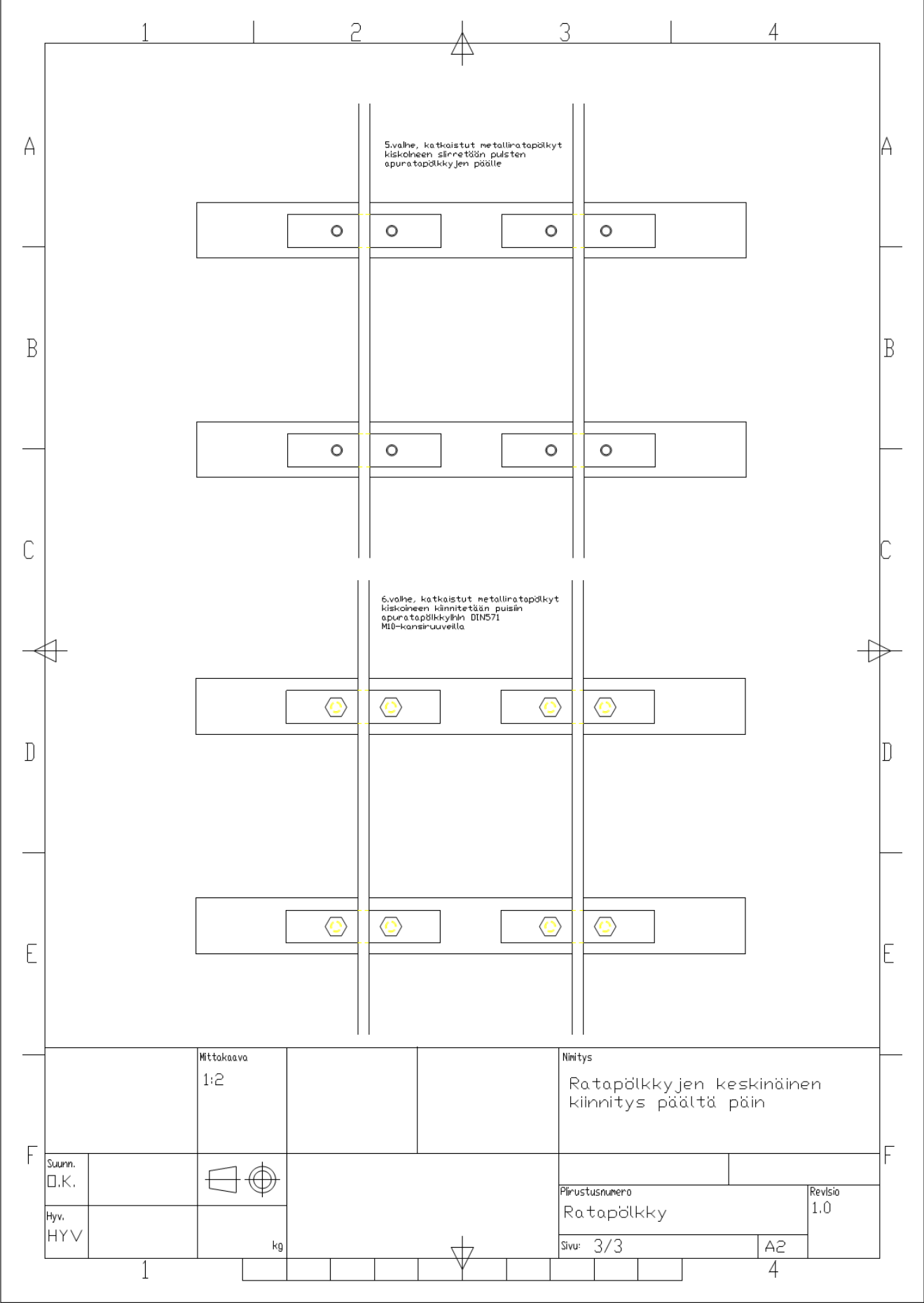
LIITE 1: HAAPAMÄEN VALO-JA ÄÄNIVAROITUSLAITOKSEN KAAPELOINTI-JA RAIDE-ERISTYSKAAVIO



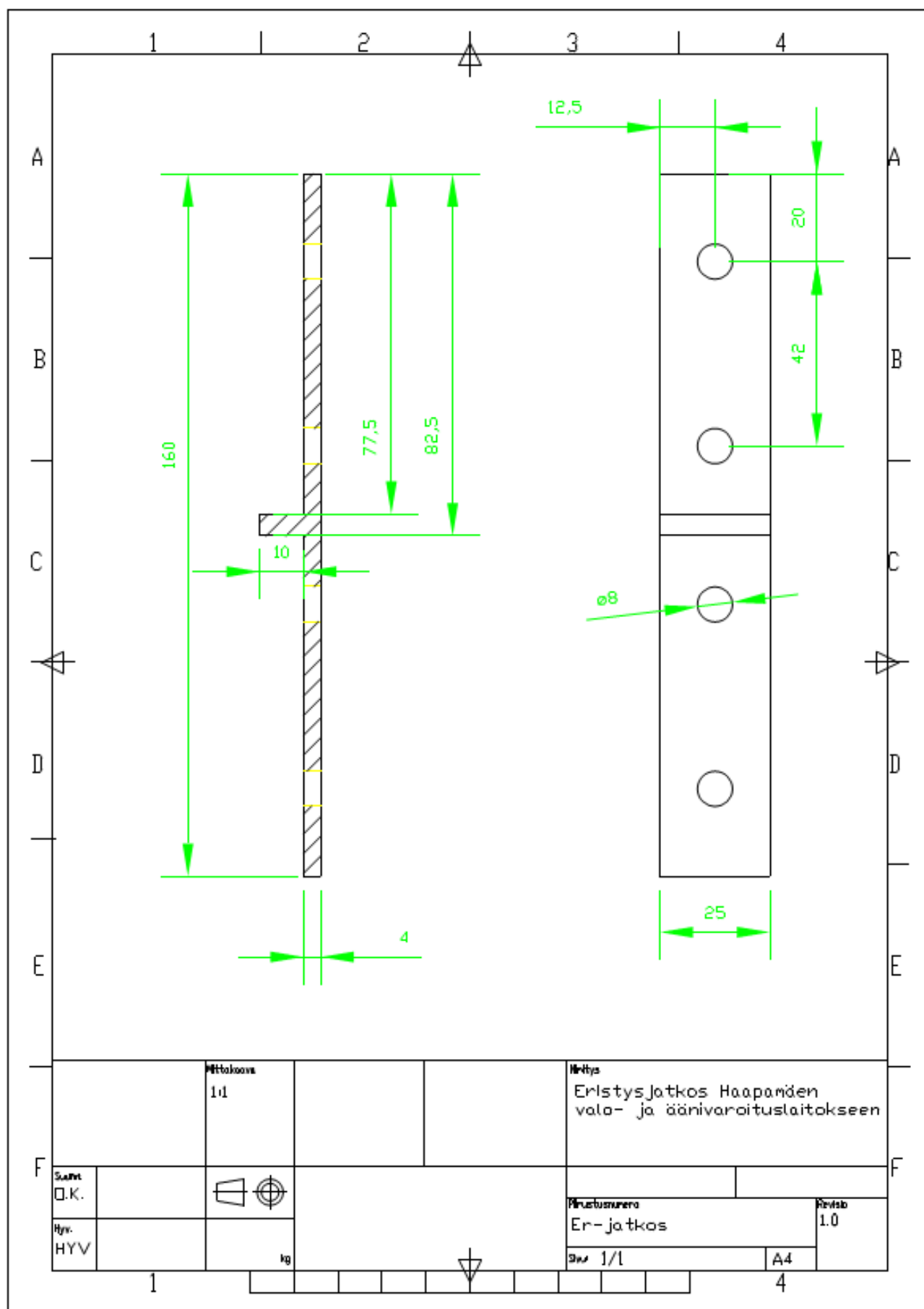
LIITE 3: METALLI- JA APURATAPÖLKKYJEN KESKINÄINEN KIIINNITYS PÄÄLTÄ PÄIN



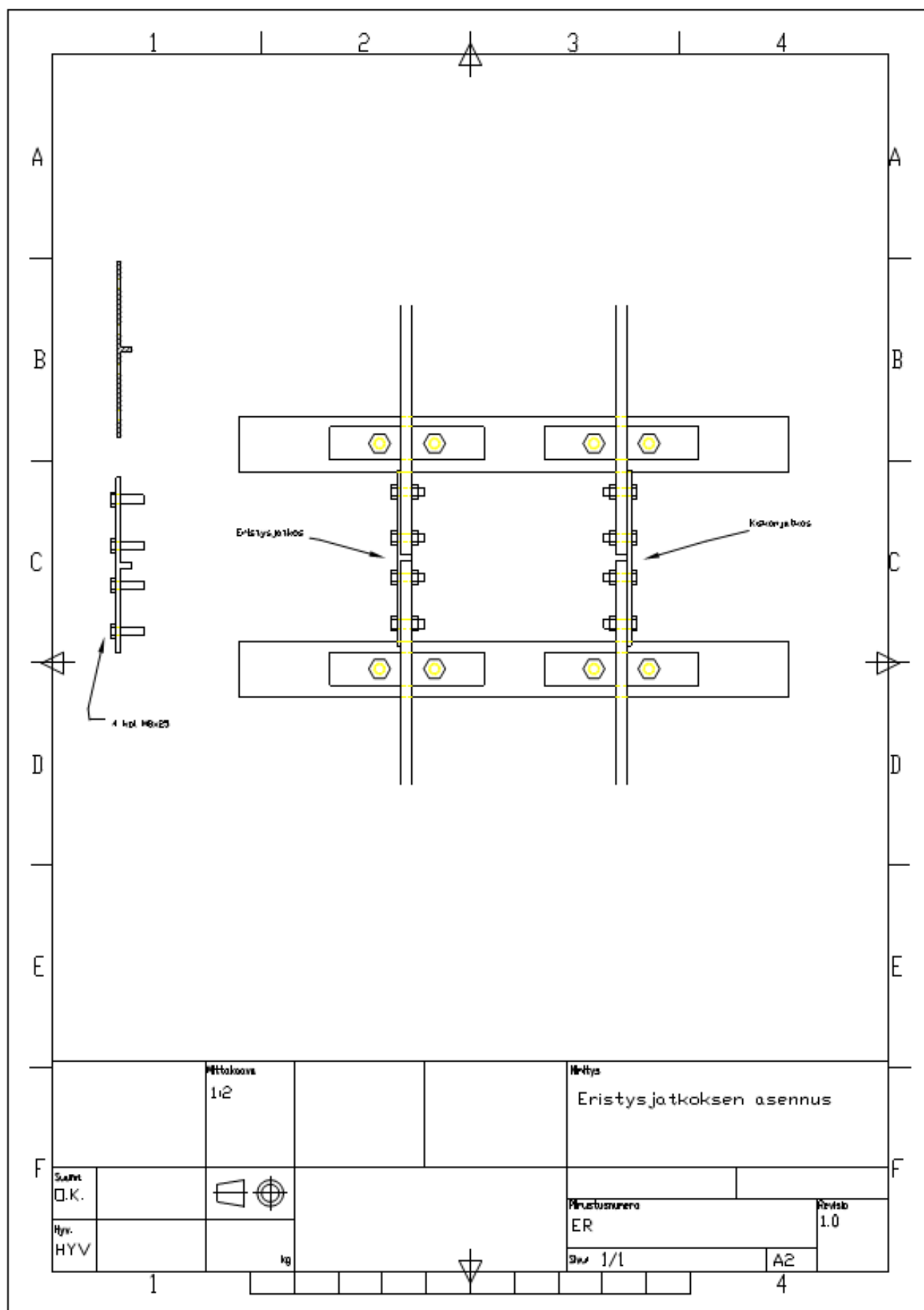




LIITE 4: ERISTYSJATKOS



LIITE 5: ERISTYSJATKOKSEN ASENNUS



LIITE 6: MATERIAALIEN KUSTANNUSARVIO

Hankittava materiaali	Määrä	Yksikkö	Kustannus/määrä	Kustannus (€) ALV 24%	Hintalähde
Sahattu mänty 50x50 (2"x2")	265	m	0,91	241,2	Sahakonttori.fi
Eristysjätös POM-muovi	6	kpl	1	6,0	SamPlast
Kalliomurske 8-16 mm x 1.538	13,04	tn	10	130,4	Arvio
DIN 571 Zn 10x50 Kansiruuvi	2120	kpl	0,2591	549,3	Pameto.fi
Yhteensä tarvikkeet				926,9	

LIITE 7: TARVITTAVAT TYÖKALUT ERISTETTYJEN RAIDEOSUUKSIEN TOTEUTTAMISEEN

Kiskonjatkoksien purku

- 13 mm hylsy ja sen kiinnitystarvikkeet porakoneeseen (kiskonjatkosten irrottamiseen)
- 13 mm lista-avain (kiskonjatkosten irrottamiseen)

Apuratapölkkyjen valmistelu

- jiirisaha (apuratapölkkyjen katkaisuun ennen tervausta)
- 8 mm poranteriä (n. 8 kpl, apuratapölkkyjen reikien poraamiseen)
- porakoneita (syvyydenrajoittimella, apuratapölkkyjen porauksiin)
- tervausjärjestelyt tarvittavine kuivauksineen (oma kokonaisuutensa)

Päälysrakenteen vaihto

- narua ja puukiiloja päälysrakenteen vaihtoalueen merkitsemiseen
- pienkaivinkone tai pienkuormaimen kaivulisälaite (vuokralle, vanhan päälysrakenteen vaihdon nopeuttamiseen)
- pienkuormain (esim. Avant Cat, uuden päälysrakenteen radalle tuomiseen)
- lapioita sekä kottikärryjä
- pieni tärykone pohjakerroksen tiivistykseen (-10 - 5 cm maapinnan tasosta)

Teräsratapölkkyjen poraus ja katkaisu

- merkintätusseja (kapeakärkisiä) (teräsratapölkkyjen poraus- sekä katkaisukohtien merkitsemiseen)
- porakoneita ja jatkojohtoja (teräsratapölkkyjen porauksiin)
- jigi (teräsratapölkkyjen porauksien kohdistuksiin)
- 10 mm HSS- tai kovametalliteriä n. 10 kpl (teräsratapölkkyjen porauksiin)
- metallisirkkeleitä leveyssäädöllä terineen+suojalasit (teräsratapölkkyjen katkaisu)

Teräsratapölkkyjen kiinnitys apuratapölkkyihin

- porakoneita ja jatkojohtoja (kansiruuviin kiinnitykseen)
- 17 mm hylsy ja sen kiinnitystarvikkeet porakoneeseen (2 kpl) kansiruuviin kiinnitykseen
- raideleveyssapluuna (raideleveyden tarkistamiseen)

Kiskonjatkosten, kiskonyhdistysjohtojen ja eristysjatkosten kiinnitys

- 13 mm hylsy ja sen kiinnitystarvikkeet porakoneeseen (eristysjatkosten kiinnitykseen)
- 13 mm lista-avain (eristysjatkosten kiinnitykseen)
- välineet tappijuotosten tekemiseen

Raidevirtapiirijohdotuksien kiinnitys ja tarkistus

- yleismittari
- välineet tappijuotosten tekemiseen

Eristettyjen raideosuuksiin käyttöönottomittaukset ja raidevirtapiirien toiminnan kokeilu

- raidevirtapiirin testaamiseen soveltuva potentiometri
- kannettavia digitaalisia muistioskilloskooppeja mittapäineen 3 kpl (eristettyjen raideosuuksiin käyttöönottomittauksiin ja raidevirtapiirien toiminnan seurantaan)
- muistiinpanovälineet raidevirtapiirien jännitemittauksiin
- kaksi videokameraa