

Pienoisrautatieopas

Pirkanmaan Rautatieharrastajien Kerho Pirake ry

pirake.net

2025

Sisälllys

Alkusanat	1
Pienoisrautatiet	1
Mittakaava	2
Laskuesimerkkejä mittakaavan soveltamisesta	2
Perusteita sähköasioista	4
KytKentä rinnan tai sarjaan	5
Oikosulku	6
Virtapiirin katkeaminen	10
Analoginen ohjaus	11
Digitaalinen komento-ohjaus	12
Johtojen kiinnitys raiteisiin	12
Eristäminen	13
Eri järjestelmien yhteensopivuus	14
Rata	15
Radan geometria suunnittelun lähtökohtana	15
Vaihteet	17
Radan kiinnittäminen ja sorastaminen	18
Kääntöpöydät	18
Pienoisrautatien runko	19
Materiaalit	19
Lohkot	19
Moduulit	20
Maisemointi	24
Vesi	24
Valaistus	28
Radan teema	29
Liikkuvan kaluston tekeminen	29
Muuntaminen tehdasmallista	29
Syövyttäminen	30
3D tulostaminen	30
Aiheeseen liittyvää luettavaa:	31

Alkusanat

Tämän oppaan on tarkoitus toimia yhteenvetona pienoisrautatieharrastuksen perusasioista. Tietoa näistä asioista on olemassa mm. internetin foorumeilla, mutta asiat ovat siellä toisinaan pirstaloituneina ja usein myös epäselvästi tai jopa virheellisesti esitettyinä. Tämä teksti on suunnattu aloittelevalle nuorelle harrastajalle ja siitä johtuen asioita on yritetty selostaa perusteellisesti ja mahdollisimman selkokielellä. Kirjoittaminen ja kuvittaminen on tehty ryhmätyönä Pirkanmaan Rautatieharrastajat ry:n toimesta. Olemme sitoutuneet kehittämään opasta edelleen, joten kaikki palaute on tervetullutta!

Pienoisrautatiet

Pienoisrautatiet ovat pienoismalleja, joiden kohteena on pääasiassa rautatiet ja rautatiekalusto. Usein pienoisrautatiessä on vaihtelevassa laajuudessa myös rautatien ympäristöä mukana. Maailman suurimmaksi pienoisrautatieksi mainittu [Miniatur Wunderland](#) Hampurissa sisältää rautateiden lisäksi valtavan määrän mm. maastoa, rakennuksia, kasvillisuutta, liikkuvia autoja, ihmisfiguureita, oikeassa vedessä kulkevia kauko-ohjattuja laivoja ja jopa kokonaisen automaattisesti toimivan lentokentän. Täsmällinen määrittely sille, mitä kaikkea pienoisrautatie on, saattaa olla tarpeetonta, koska kyseessä on joka tapauksessa vapaa-ajan harrastus ja kukin muokkaa harrastuksistaan itselleen mieleisiä. Joku harrastaja haluaa tallentaa pienoismalliin menneen maailman muistoja ja nostalgista tunnelmaa, kun taas toinen saattaa esimerkiksi rakentaa pienoisrautatiestä monimutkaisen elektroniikan ja automaation sovelluskohteen. Harrastukseen voi suhtautua leikkimielisesti tai suurella vakavuudella.



Kuva 1 Pirake ry:n vanhaa kerhorataa

Mittakaava

Oikeat pienoismallit ovat aina jossain mittakaavassa ja jäljittelevät todellisuutta. Mittakaava on pituusmitan kerroin, eli todellinen mitta muunnetaan tällä kertoimella kerrottuna pienoismallin mitaksi. Mittakaavakerroin ilmoitetaan usein käänteislukuna vaikkapa 1:87. Tällöin todellinen mitta jaetaan luvulla 87, jotta päästään pienoismallin vastaavaan pituusmittaan. Vastaavasti pienoismallin mitta voidaan muuntaa todelliseksi mitaksi jakamalla kertoimella 1:87 eli kertomalla luvulla 87. Pinta-alan muunnoksissa tulee mittakaava korottaa toiseen potenssiin ja tilavuuden muunnoksissa kolmanteen potenssiin.

Kaupallisesti on helpommin saatavilla tarpeita H0 ja N mittakaavaan sopivana. H0 vastaa suhdelukua 1:87 ja N suhdelukua 1:160. Taulukossa on muutamia mittakaavoja, mutta ei toki kaikkia.

Nimitys	Suhdeluku	Raideleveys* millimetreinä
1	1:32	45
0	1:45	32
H0	1:87	16,5
TT	1:120	12
N	1:160	9
Z	1:220	6,5

* Normaali raideleveys

Kattavampi lista löytyy [wikipediasta](#).

Laskuesimerkkejä mittakaavan soveltamisesta

Mittakaava on N ja veturi on 80 mm pitkä. Kuinka pitkä todellinen veturi olisi?

$$80 \text{ mm} \times 160 = 12800 \text{ mm}$$

Se on tärkeää, että mittayksikkö pysyy koko laskutoimituksen ajan samana. Kannattaa muuttaa yksikkö lopputuloksen mukaiseksi jo ennen laskemista.

Eräs vaunu on 26,4 metriä pitkä. Kuinka pitkä se olisi mittakaavassa H0? Entäpä mittakaavassa N?

$$H0: 26400 \text{ mm} / 87 \approx 303,4 \text{ mm}$$

$$N: 26400 \text{ mm} / 160 = 165 \text{ mm}$$

Vesialtaan koko pienoismallissa on 2 litraa. Millaista tilavuutta se vastaa, kun mittakaava on H0?

$$2 L * 87^3 = 1317006 L \approx 1317 \text{ m}^3$$

Millaista vauhtia N-mittakaavaisen junan tulisi kulkea, jotta se vastaisi 100 km/h nopeutta esikuvan mukaisesti?

Yhdessä tunnissa on 60 min, kussakin minuutissa on 60 s, eli tunnissa on $60 \times 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$

Kilometrissä on 1000 metriä

$$100 \text{ km/h} : 160 = 0,625 \text{ km/h} = 625 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 0,173 \text{ m/s}$$

Moniko raiteinen ratapiha mahtuu 400 mm levyiselle hyllylle muutamassa eri mittakaavassa? Esikuvan mukainen raideväli (keskeltä keskelle mitattu etäisyys) on 5 m. Lähinnä hyllyn takareunaa kulkeva raide on raidevälin suuruisella etäisyydellä takareunasta. Lähinnä hyllyn etureunaa kulkeva raide pitää olla turvallisuussyistä vähintäänkin raidelevyeyden päässä reunasta, ettei suistumistilanteessa kalusto putoa korkealta alas.

0 (1:45)

$$\text{Raideväli} = 5000\text{mm}/45$$

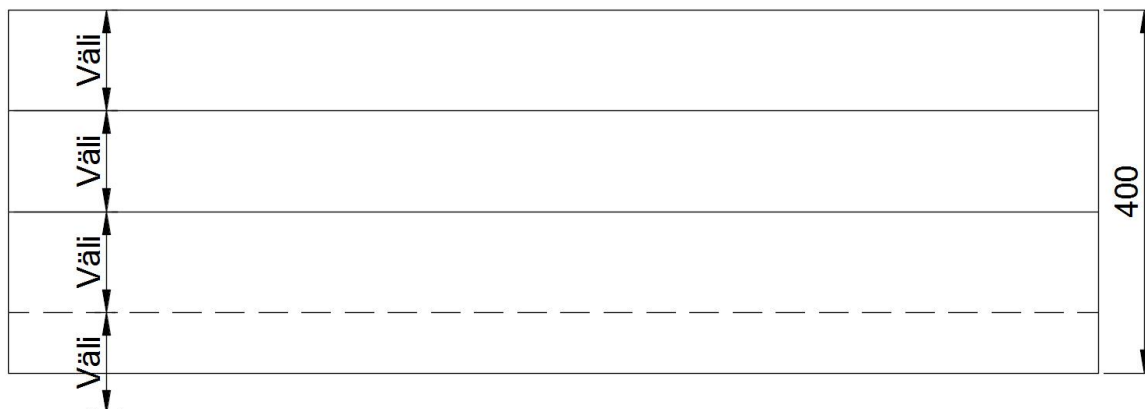
$$400 \text{ mm}/(5000 \text{ mm}/45) = 4 \cdot 45/50 = 3,6 \text{ joka pyöristetään alaspäin ja vähennetään } 1 = 2$$

H0 (1:87)

$$4 \cdot 87/50 = 6,96 \text{ joka pyöristetään alaspäin ja vähennetään } 1 = 5$$

N (1:160)

$$4 \cdot 160/50 = 12,8 \text{ joka pyöristetään alaspäin ja vähennetään } 1 = 11$$



Kuva 2 Mittakaavan 1/45 mukainen tilanne.

Laskelma osoittaa sen, että ahtaissa tiloissa kannattaa harkita N tai joskus jopa Z mittakaavaa, jotta saisi enemmän rataa mahtumaan. Toisaalta mitä pienempiä veturit ovat, sitä hankalampaa niihin on saada kunnollisia yksityiskohtia ulkopuolelle ja elektroniikkaa sisäpuolelle. Kiskon ja pyörän välinen sähkökontakti ja hienomekaaniset liikkuvat osat myös tulevat herkemäksi pölylle. Z on näistä syistä hieman ongelmallinen.

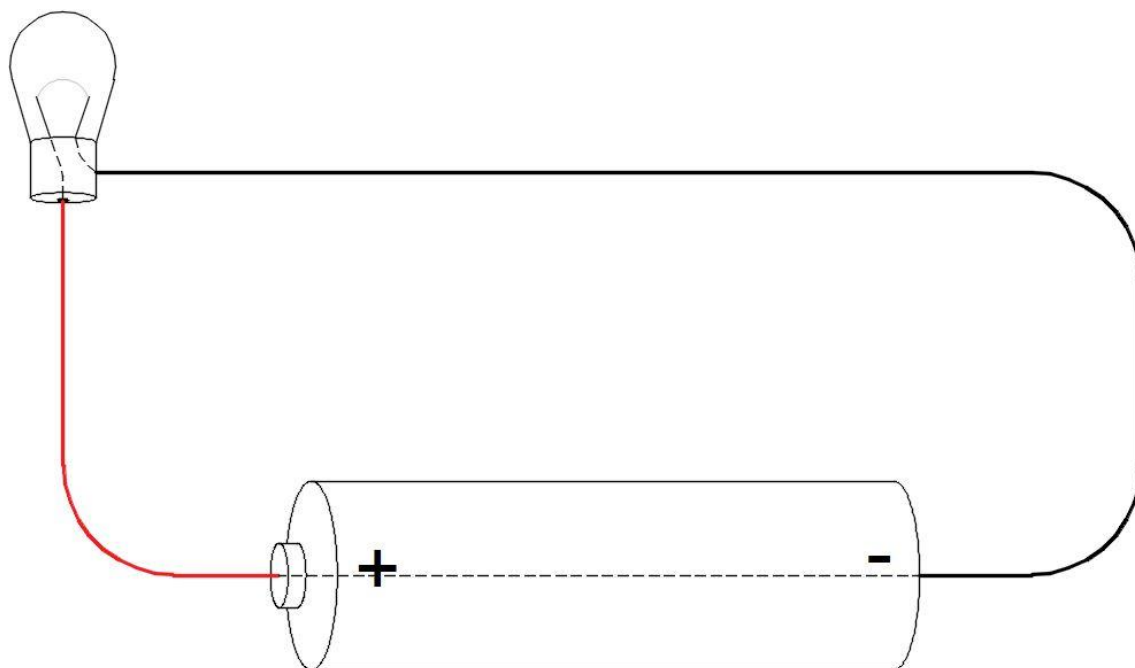
Todellisuudessa kaarteet ovat yleensä hyvin loivia, eli niissä on suuri säde. Myös vaihteissa kaarresäde on suuri. Usein esikuvaa myötäilevä geometria mahtuu pienimittakaavaiseseen pienoismalliin paremmin.

Useilla harrastajilla on kokoelmissaan lopulta useampaakin mittakaavaa, koska kaikissa niissä on omat hyvät puolensa ja oma hienoutensa.

Perusteita sähköasioista

Pienoisrautatiet toimivat pääsääntöisesti sähköllä. Isoja ulkona olevia pienoisrautateitä on toteutettu myös höyrykäyttöisenä (live steam). Muutamien perusasioiden tuntemus sähköstä on tarpeellista ja auttaa paljon vikatilanteen syytä selvittäessä.

Sähkö kulkee sähköä johtavia materiaaleja, kuten metalleja pitkin. Sähkö kiertää virtapiirin ympäri. Virtapiirissä voi olla mukana johtimia tai johtoja sekä sähkölaitteita ja yleensä yksi virtalähde. Reitti, jonka sähkö kiertää virtalähteen navalta toiselle ja lopulta virtalähteen läpi on nimeltään virtapiiri.



Kuva 3 Yksinkertainen virtapiiri

Kuvassa on yksinkertainen virtapiiri. Virtalähteenä toimii paristo ja laitteena hehkulamppu. Johdin positiivisesta navasta laitteeseen on piirretty punaisella värillä. Virta pääsee kiertämään virtapiirin läpi.

Havainnollistamisen vuoksi voimme vaikka rinnastaa näkymättömissä kulkevan sähkönsä kulua virtapiirissä helpommin ymmärrettävään veden kulkuun. Näin asian käsittäminen toivottavasti helpottuu.

Niin sähkövirta, kuin veden virtakin kuvastavat sitä, kuinka paljon sähköä tai vettä kulkee johdinta pitkin jotakin aikayksikköä kohti. Vettä voi virrata putkessa vaikkapa litra minuutissa. Sähkövirran perusyksikkö on A eli ampeeri, jolloin tietty sähkövaraus (yksikkönä coulombi) kulkee johtimessa sekunnissa.

Sähköllä on jännite, jonka yksikkö on V eli voltti. Vesiletkussa olisi varmaankin paine lähinnä vastaava asia. Jännite kuvastaa sitä, millaisella voimalla virtalähde työntää elektroneja liikkeelle johdinta pitkin. Virtalähteen vastine voisi olla pumppu, joka imee toisesta letkusta vettä ja työntää sitä toiseen.



Kuva 4 Sarjaan ja rinnan kytkettyjä hehkulamppuja

Johdin voisi vastata vesiletkua. Mitä suurempi poikkipinta-ala on vesiletkussa, sitä vaivattomammin vesi pääsee kulkemaan letkua pitkin eteenpäin. Myös sähköjohtimessa suurempi poikkipinta-ala aiheuttaa vastuksen pienenemistä. Vesiletkun voi laskea tyhjäksi vedestä, mutta sähköjohdin ei tyhjene koskaan elektroneista. Kun sähkökytkimestä kytketään virtapiiri päälle, on vaikutus välitön. Vaikkapa sähkölamppu syttyy. Vastaavasti jos vesiletku on valmiiksi täynnä vettä ja pumppu käynnistetään, alkaa toisesta päästä tulla vettä välittömästi.

Sähkövastus on johdin, joka johtaa hieman huonommin sähköä. Vastuksia mitoitetaan Ω eli ohm yksikössä. Ohm on myös sama kuin V/A. Säädettävää vastusta voisi rinnastaa vesiletkussa olevaan säädettävään venttiiliin. Jos venttiili voi olla vain kahdessa asennossa, silloin sähköpuolella parempi vastine olisi kytkin. Kytkin johtaa tai eristää riippuen missä asennossa se on.

Virtapiirissä on erilaisia sähkölaitteita, joita voisi kuvata vedessä olevina turbiineina. Laite saa energiansa siitä, kun virta kulkee sen läpi. Virran suuruus ja jännite molemmat vaikuttavat laitteen tehoon. Kuten kovalla paineella syötetty vesi saa turbiinin pyörimään tehokkaammin, kuin matalalla paineella syötetty vesi, näin myös suuremmalla jännitteellä syötetty sähkö saa sähkölaitteen toimimaan suuremmalla teholla, kuin matalammalla jännitteellä, mikäli virta pysyy samana. Sekä jännite, että virta nostavat suoraviivaisesti laitteen tehoa. Teho tulee siis volttien ja ampeerien tulona eli kertolaskuna. Tehon yksikkö on VA tai W (watti).

Tasavirta kuvastaa tilannetta, jossa jännite on tasaisesti sama. Vaihtovirta tarkoittaa tilannetta, jossa sähköön kulkusuunta vaihtelee edestakaisin.

KytKentä rinnan tai sarjaan

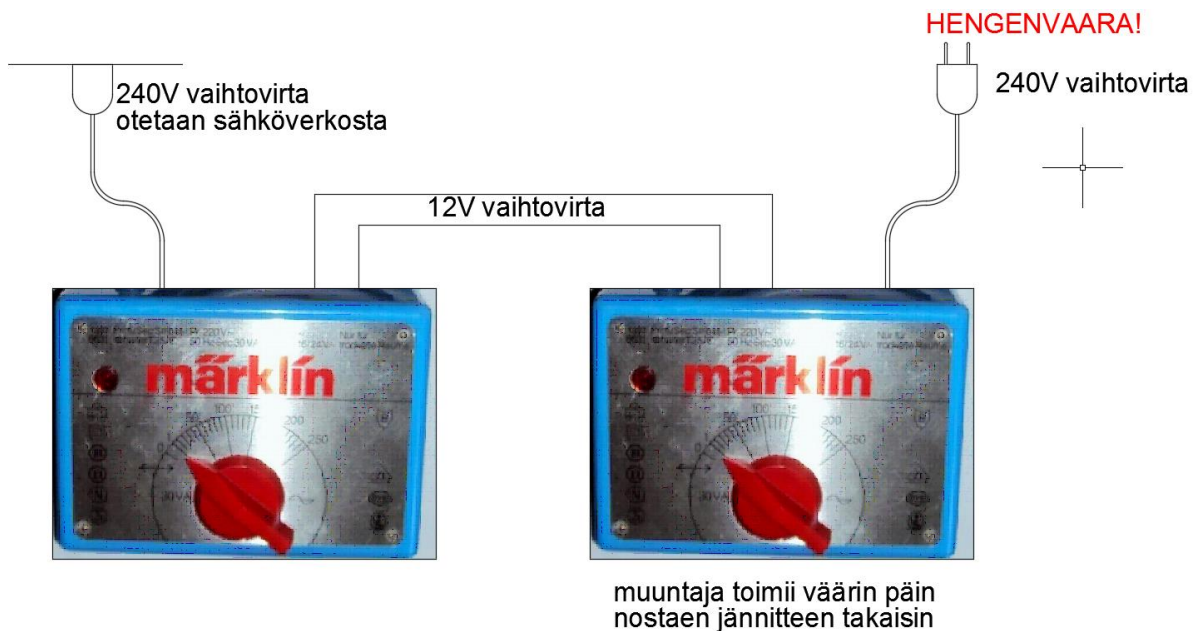
Kun useita vastusta aiheuttavia sähkölaitteita kytketään peräkkäin ketjuksi virtapiiriin, puhutaan sarjaan kytkennästä. Virta joutuu kulkemaan peräkkäisten vastusten läpi ja jokainen vastustaa virran kulkua lisää. Vastus kuvan tapauksessa on kymmenkertainen yhden lampun aiheuttamaan vastukseen verrattuna. Myös jännite jakautuu sarjassa oleville laitteille siten, että virtalähteen jännitteen kymmenesosa tulee yhdelle lampulle.

Jos taas virtapiiri haarautuu usealle taholle, puhutaan rinnankytkennästä. Yksittäinen sähköhiukkanen, eli elektroni, kulkeutuu vain yhden laitteen läpi. Elektroneja virtaa paljon, joten kaikille lampuille jakautuu omansa. Kuvassa kullekin lampulle tulee virtalähteen antama jännite. Virtapiirisa kulkee kymmenkertainen määrä virtaa verrattuna tilanteeseen, jossa vain yksi lamppu kuormittaisi virtapiiriä. Taas voi ajatella, mitä tapahtuisi, jos johtimet olisivatkin vesiletkuja, virtalähde olisi pumppu jne.

Jätä verkkovirta-asennukset aina ammattilaisille!

Verkkovirta on 240 V vaihtovirtaa ja aiheuttaa jopa tappavan sähköiskun! Tästä johtuen kaikki verkkovirtaan liittyvät kytkennät ja toimenpiteet tulee aina jättää alan ammattilaisen tehtäväksi. Pienoisrautatien virtalähde yleensä muuntaa jännitteen alemmaksi ja tasasuuntaa virran vaihtovirrasta tasavirraksi, jolloin sähköiskun vaaraa ei ole.

Jos kaksi vaihtovirtaa syöttävää muuntajaa kytkee väärin, voi altistua verkkovirtaa vastaavalle sähköiskulle.



Kuva 5 Hengenvaarallisia asennuksia

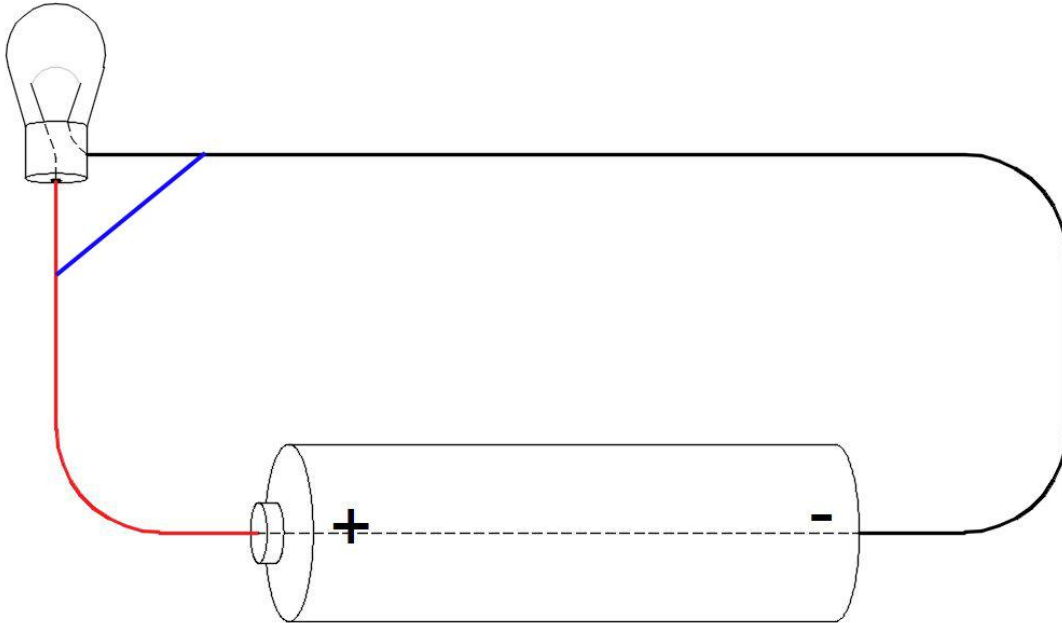
Älä käytä sähkölaitteita, joissa selvästi on vikaa.

Oikosulku

Tyypillinen vikatilanne pienoisrautatiessä syntyy, kun virtapiirissä on sellainen kohta, josta virta pääsee ohittamaan sähkölaitteen helpompaa reittiä ja näin sähkölaitteen läpi ei enää virtaa sitä määrää virtaa, kuin oli tarkoitettu. Jos vaikka vesiturbiinin ohittaa ylimääräinen letku, jossa ei olisi minkäänlaisia esteitä veden kululle, vesi ei enää jaksaisi pyörittää turbiinia.

Koska laitteita ei ole suunniteltu oikosulkujen varalle, kuumenevat ne usein tällaisessa tilanteessa enemmän, kuin niiden on suunniteltu kuumenevan ja tämä voi aiheuttaa laitevian tai jopa tulipalon vaaran! Kun havaitset oikosulun, poista oikosulun aiheuttaja välittömästi. Mikäli et pysy poistamaan oikosulun aiheuttajaa, katkaise kyseisestä virtapiiristä virta mahdoli-

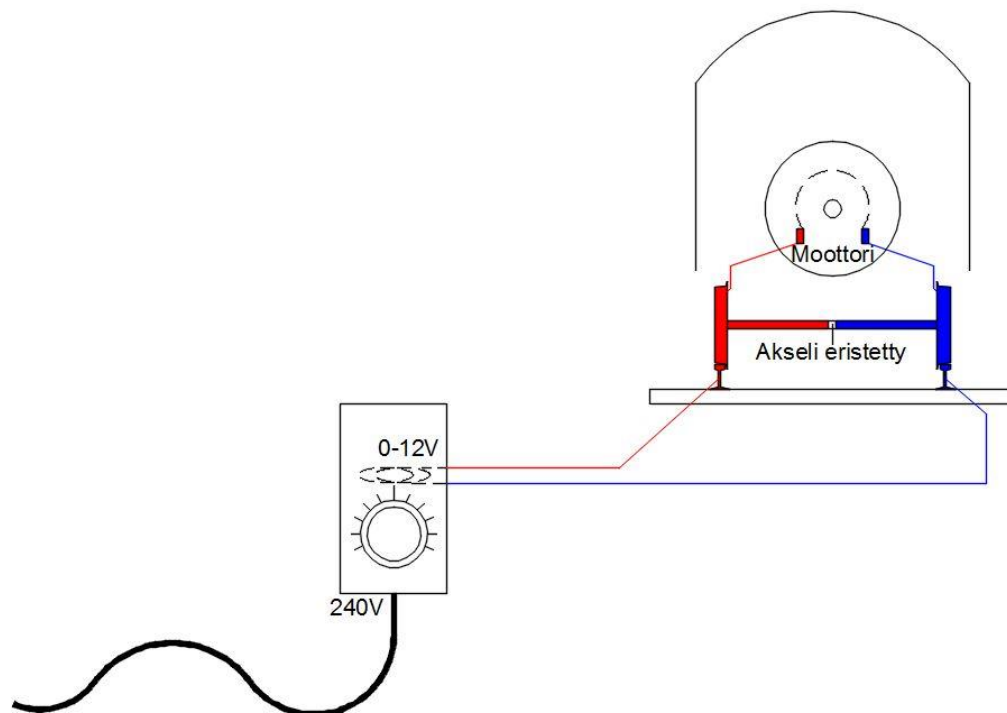
simman nopeasti. Kun oletat vian poistuneen, voit kytkeä virran uudelleen. Mikäli vika on edelleen, katkaise virta taas uudelleen nopeasti.



Kuva 6 Oikosulku

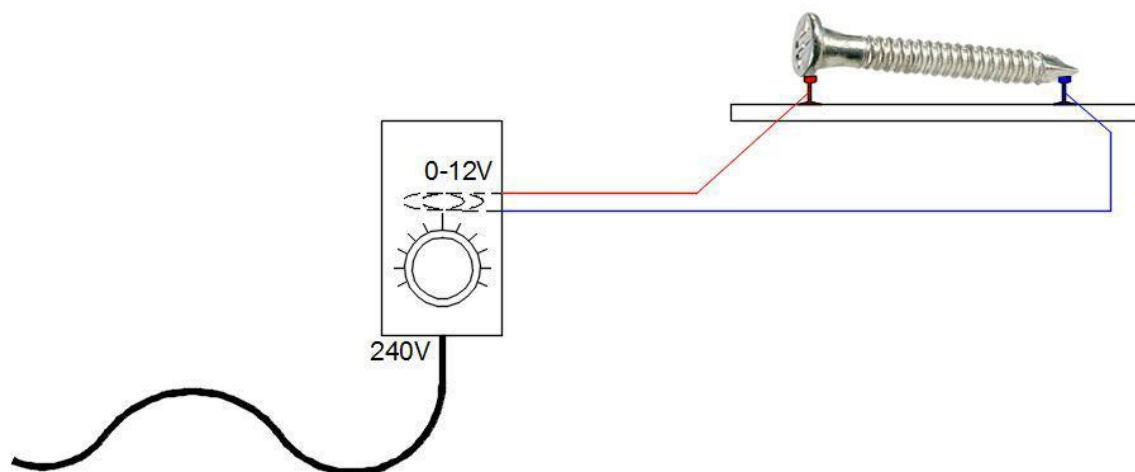
Kuvassa sininen johdin oikosulkee virtapiirin. Virta oikaisee sähkölaitteen ohi ja lamppu ei pala. Virta kasvaa erittäin suureksi, koska johtimet eivät paljoakaan vastusta virran kulkua. Johtimet ja paristo kuumenevat, koska kaikki kulutettu energia muuttuu lämmöksi. Paristossa oleva sisäinen vastus hillitsee hieman virtaa, mutta tällainen oikosulkutilanne kuluttaisi hyvin pian pariston tyhjäksi.

Pienoisrautateissa johtimina toimii melkein aina kiskot. Virta esimerkiksi tulee kaksikiskoisessa järjestelmässä toista kiskoa ja veturin pyöriä pitkin. Laahain ottaa sen pyörästä moottorille. Moottorin toinen napa on kytketty toisen puolen laahaimeen, josta pyörän kautta virtapiiri jatkuu toiseen kiskoon ja edelleen virtalähteelle.



Kuva 7 Virtapiiri analogisella tasavirralla toimivassa järjestelmässä

Koska kiskot ovat esillä olevia johtimia, syntyy virtapiiriin oikosulku hyvin herkästi. Mikä tahansa radalle pudonnut metalliesine voi sen aiheuttaa. Veturin sähkölaitteiden aiheuttama vastus virran kululle ohittuu näin suoran metallikontaktin kautta. Oikosulun sattuessa virtapiiriin virta kasvaa merkittävästi suuremmaksi, kuin mitä virtalähde on suunniteltu kestävään. Jotta virtalähde ei menisi rikki, on siinä usein jonkinlainen suojaus ylivirtaa varten. Ei kuitenkaan kannata luottaa tällaisen ylivirtasuojan toimintaan. Ainakaan tahallaan ei kannata aiheuttaa oikosulkua! Oikosulkutilanteessa voi johtimet sulattaa ympäröivää muovia ja pahimmassa tapauksessa syyttää jotain ympäröivää palamaan!

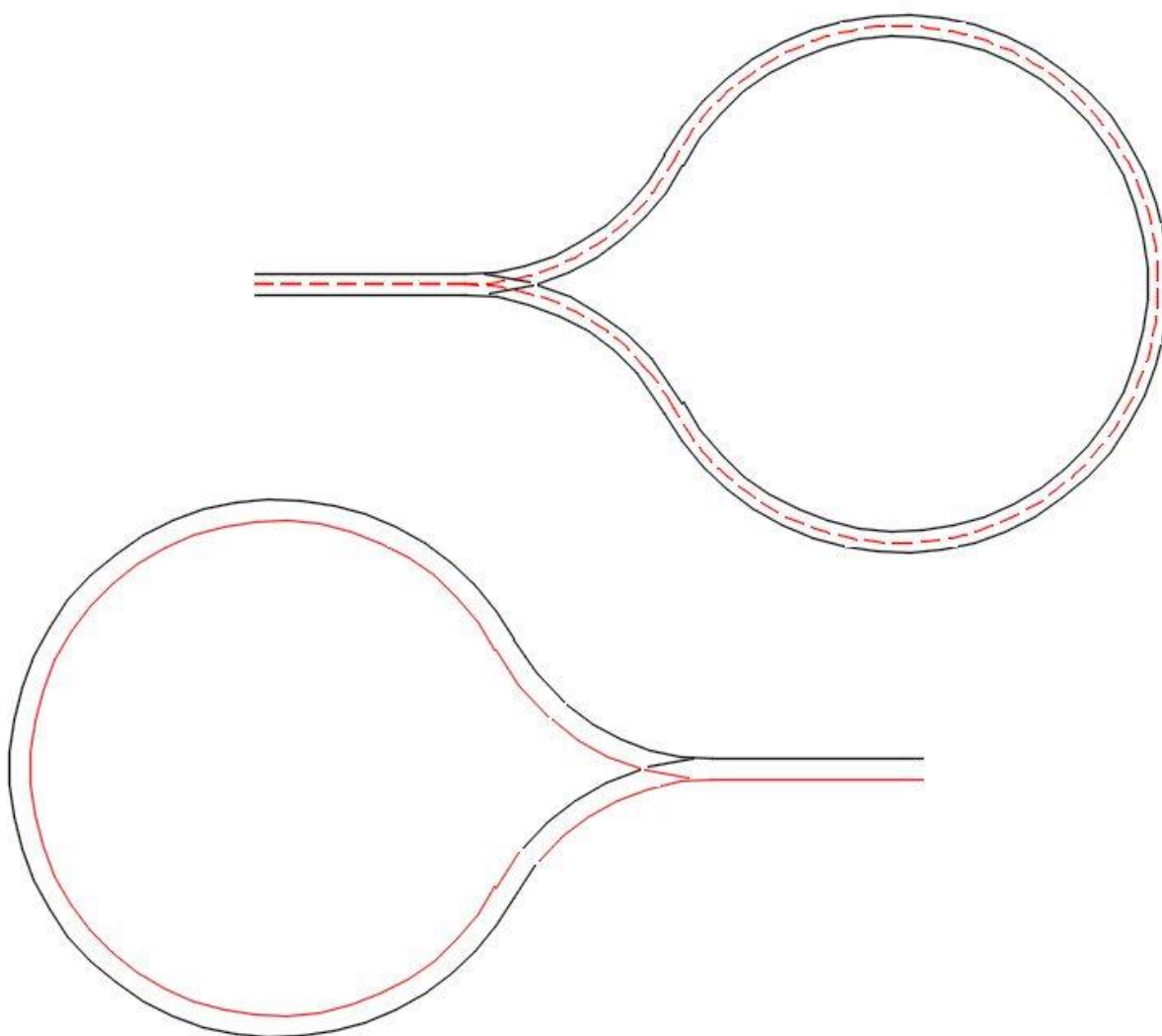


Kuva 8 Oikosulku

Kuvassa radalle pudonnut ruuvi oikosulkee virtapiiriin. Se saattaa kipinöidä voimakkaasti. Se myös aiheuttaa virtalähteen ja johtimien kuumentumista ja saattaa rikkoa virtalähteen tai laukaista siinä olevan ylivirtasuojan.

Märklin-merkkisessä H0 pienoisrautatiessä on ylimääräinen keskikisko, jolloin tämä toimii myös yhtenä johtimena. Muissa mittakaavoissa Märklin ei käytä tätä tapaa. Erillinen veturin pohjassa keskellä oleva laahain siirtää keskikiskosta virran veturin laitteille. Veturin kaikki pyörät sekä molemmat varsinaiset kiskot toimivat toisena johtimena. Analoginen Märklin-järjestelmä toimii vaihtojännitteellä. Uusissa Märklin-radoissa keskikisko on naamioitu ulkonäön parantamiseksi riviksi johdinnastoja, mutta edelleen idea on sama. Laahain ottaa kontaktin näihin nastoihin.

Myös radan päällä voidaan käyttää ilmajohdinta oikean sähköistetyn radan tapaan. Tällöin virroitin laahaa johdinta ja siirtää virran veturin laitteille. Ilmajohtimen käyttö vaatii luonnollisesti virroitimen, joten se ei ulkonäöllisistä syistä johtuen sovellu höyry- tai dieselvetureiden pienoismalleissa käytettäväksi. Aika harvinaista tällainen virroitustapa on muutenkin, koska toimivia ilmajohtoja on aika hankalaa toteuttaa ilman, että niistä tulee luonnottoman raskaan näköisiä.



Kuva 9, kolmi- ja kaksikiskovirtapiirien eroavuudet silmukkatilanteessa

Kuvassa on esitetty tilanne, jossa kaksikiskoinen rata edellyttää eristysjärjestelyitä (muoviset kiskoliittimet ja ylimääräistä elektroniikkaa) oikosulun välttämiseksi. Punainen ja musta kisko eivät saa kohdata ja oikosulkea virtapiiriä. Kolmikiskoisessa ei suunnan vaihtava silmukka vaikuta millään sen erikoisemmalla tavalla, koska punainen pysyy aina keskellä. Ilmajohdin

vastaavasti ei edellyttäisi eristämistä, koska ilmajohdin ja kisko eivät yhdisty silmukassa toisiinsa.



Kuva 10 Topparoikka ry:n näyttelyradassa on käytetty kolmikiskojärjestelmää

Myös sähköä johtamaton lika kiskoilla saattaa aiheuttaa kipinöintiä. Kipinä syntyy, kun sähkö hyppää hyvin lyhyen matkan ilmakerroksen läpi. Kiskoja voidaan puhdistaa ja puhdistamisessa hyödynnetään usein voimakkaita liuottimia. **Jos liuotin on herkästi leimahtavaa, voi sähkökipinä sytyttää tulipalon.** Tästä johtuen kannattaa aina odottaa jonkin aikaa, että liuotin on kunnolla haihtunut, ennen kuin kytkee virtaa pienoisrautatiehen.

Virtapiirin katkeaminen

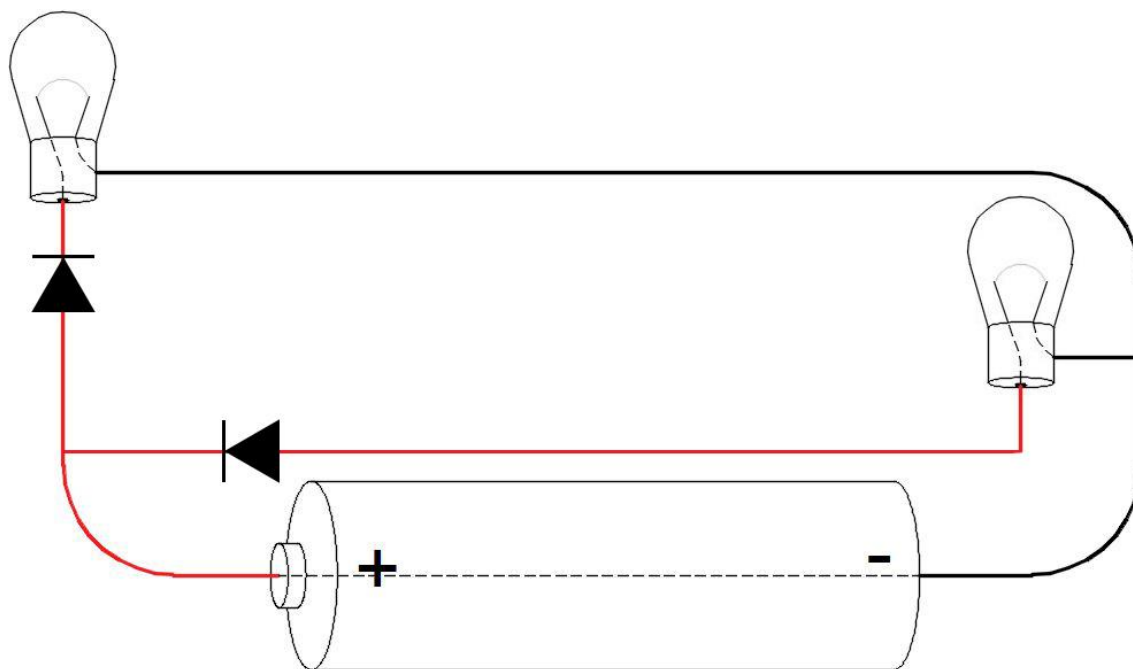
Kiskoilla oleva lika saattaa myös toimia eristeenä ja estää virran kulun virtapiirissä. Myös irronnut johdon liitin tms. katkaisee virtapiirin ja kaikki toiminta loppuu. Kun juna äkillisesti vain pysähtyy, on ehkäpä kaikkein tavallisin syy siihen pieni määrä likaa pyörien ja kiskon pinnan välissä. Pieni töniminen eteenpäin saattaa olla tällöin riittävä ratkaisu ongelmaan. Jos pysähtymistä tapahtuu paljon, on syytä puhdistaa kiskot ja veturin virroitavat pyörät.

(Joissain lähteissä on mainittu, että grafiitti parantaa kiskon ja pyörän välistä kontaktia. Grafiittia hangataan kevyesti kiskon pintaan. Vaikka tätä ei tehtäisi ihan joka paikkaan, grafiitti kulkeutuu silti pyörien mukana vaikkapa piiloratapihoille ja tunneleihin, joihin voisi olla vaikeampaa ulottua. Grafiittitankoa ei tule hangata kiskoihin virran ollessa kytkettyä, koska tällöin syntyisi oikosulku. Grafiittia on eri kovuuksia. Aika pehmeä toimii parhaiten, kuten 4B. Omakohtaista kokemusta grafiitin käytöstä ei ole, eikä myöskään luotettavaa vahvistusta siitä, ettei menetelmästä koituisi jotain haittaakin.)

Analoginen ohjaus

Tasajännitteellä toimivissa perinteisissä analogisissa pienoisrautateissa kiskoon syötetään suurempi jännite suuremman ajonopeuden saamiseksi ja pienempi, jos halutaan ajaa hitaammin. Jännite pudotetaan nolnaan, jos veturin halutaan pysäyttää. Napojen + ja - vaihtaminen saa ajosuunnan vaihtumaan.

Jos veturissa on valot, saadaan diodi-nimisen puolijohteen avulla ajovalo palamaan veturin kulkusuunnassa. Diodi vastaa vesijohdossa olevaa takaiskuventtiiliä eli virta pääsee läpi toiseen suuntaan, mutta toiseen suuntaan ei pääse.



Kuva 11 Suunnan mukaisesti vaihtuvien veturin ajovalojen toimintaperiaate analogisessa tasavirtaveturissa

Kuvassa on virtapiiri, jossa pariston kääntäminen toisin päin saisi aikaan sen, että toinen valo syttyy ja toinen valo sammuu. Kun navat ovat näin päin, vasemman yläkulman valo palaa. Kun paristo käännetään toisinpäin, eli navat vaihtuvat, oikealla oleva valo palaa. Analogisen tasavirtaveturin sisällä saattaa olla tämän tyyppinen kytkentä, jotta valot saadaan reagoimaan kulkusuuntaan.

LED on toiselta nimeltään valodiodi ja se toimii samanaikaisesti valonlähteenä ja diodina. LED menee rikki, jos sen läpi johdetaan liian suuri virta. Yleensä LEDin kanssa sarjaan juotetaan sopivan kokoinen vastus, ettei näin tapahtuisi. Kun LED kytketään oikein, on se todennäköisesti pitkäikäisempi, kuin vastaava hehkulamppu.

Vaihtojännitteellä toimivassa analogisessa radassa navat vaihtuvat kaiken aikaa, mutta jännitteen vaihtaminen vaikuttaa nopeuteen samalla tavalla. Suunnan vaihtaminen suoritetaan erityisellä korkeampijännitteisellä pulssilla. Pulssi tarkoittaa hetkellistä suurta jännite / virtapiikkiä.

Molempiin edellä mainittuihin analogisiin järjestelmiin liittyy sellainen ikävä puoli, että junassa sammuu myös muut toiminnot, kuten valot, kun jännite lasketaan nolnaan.

Edellä mainittuja tapoja kutsutaan analogiseksi ohjaukseksi.

Analogisessa tasavirtajärjestelmässä virtalähteenä toimii jännitteeltään säädettävä tasavirtamuuntaja. Muuntajan navat kytketään kiskoihin. Samassa virtapiirissä voi olla vain yksi jännite ja siksi ohjaimen ohjaamalla radalla tai eristetyllä rataosalla olevat kaikki veturit totelevat yhtä ohjainta. Pariveto kahdella veturilla voi onnistua, kunhan veturit ovat ominaisuuksiltaan mahdollisimman yhtenevät.

Analogisessa tasavirtaveturissa tasavirtamoottori saa virtansa laahaimilla veturin pyöristä, joihin virta on tullut kiskosta, johon se koskettaa, kunhan kisko ja pyörä ovat riittävän puhtaat. Laahaimet tulee pitää vapaana pölystä puhdistamalla ne ajoittain.

Yleensä tasavirtajärjestelmään tarkoitettu muuntaja mahdollistaa myös vaihtovirran syöttämisen. Vaihtovirtapulsseja voidaan syöttää sähkötoimisille vaihteille, jotka pulssin saatuaan kääntyvät. Vaihteet voivat olla myös käsin mekaanisesti käännettäviä. Tällaisen vaihteen voi myöhemmin muuttaa sähköllä kääntyväksi lisäämällä siihen vaihdemoottorin.

Vaihdemoottoreitakin on monenlaisia. Ne eivät aina toimi vaihtovirtapulsseilla. Esimerkiksi lennokkiservosta tehty vaihdemoottori tai komento-ohjattu vaihdemoottori vaativat ihan erilaiset kytkennät ja virransyötön, kun virtapulssilla toimiva solenoidiksi kutsuttu laite.

Johdotuksista ja kytkinjärjestelyistä tulee analogisissa radoissa usein melko monimutkaisia. [Tässä linkki](#) sivulle, jossa on käsitelty analogisen tasavirtaradan järjestelyitä.

Digitaalinen komento-ohjaus

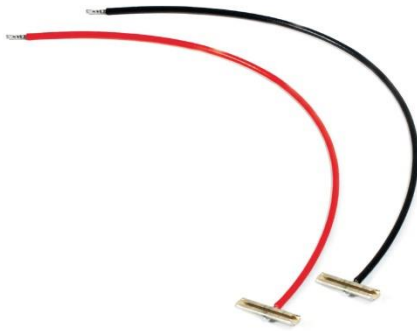
Vaihtoehdoksi tälle analogiselle ohjaukselle on kehitetty digitaalinen ohjaus. Digitaalisessa radassa veturille ja muulle kalustolle syötetään vaihtuvasuuntaista tasajännitettä. Suunnan vaihtelut ovat tulkittavissa koodeiksi. Jos halutaan virtaa vaikkapa vain valaistukseen, voidaan matkustajavaunun valot kytkeä suoraan kiskoihin ja ne palavat tasaisesti, kunhan virtakatkoksia ei esiinny. Eri vetureilla on omat osoitteensa. Kussakin veturissa on dekooderi, joka vastaanottaa sanomia, jotka on koodattu tähän digitaaliseen suuntaansa vaihtavaan tasavirtaan. Dekooderi reagoi vain, kun juuri sen yksilöllisen koodin eli osoitteen mukainen sanoma vastaanotetaan. Dekooderi voi tällaisten komentojen avulla ohjata moottorin nopeutta ja suuntaa, säädellä valoja, ohjata katolla olevaa virroitinta, luoda ääniä ja kaikenlaista muutakin miltei mielikuvituksen rajoissa. Eipä ihme, että digitaalinen komento-ohjaus on saavuttanut suuren suosion. Eristysliittimin toisistaan erotettuja virtapiirejä ei välttämättä pienessä radassa tarvita enää lainkaan.

Komento-ohjauksessa myös erilaiset radan varressa olevat sähkölaitteet voidaan ohjata samalla periaatteella. Sähköllä kääntyvät vaihteet, valo-opastimet, tasoristeyksen puomit jne. voidaan säätää omaan osoitteesensa ja toimimaan kaikki yksilöllisesti.

DCC on luultavasti kaikkein yleisin yhtenäistetty tapa eli protokolla hoitaa komento-ohjaus. Amerikkalaiset valmistajat käyttävät pääasiassa sitä. FREMO-FIN käyttää sitä. Muita samantapaisia ovat mm. Märklin Motorola ja Selectrix.

Johtojen kiinnitys raiteisiin

Eri valmistajilla on valmiita virroituskiskoja, jotka on tarkoitettu virtalähteeltä tulevan johdon liittämiseksi raiteisiin. Näitä voi halutessaan käyttää. Toinen melko suosittu tapa on juottaa johdot kiskoliittimiin, jotka laitetaan paikalleen. Myös valmiiksi johdotettuja kiskoliittimiä on saatavilla.



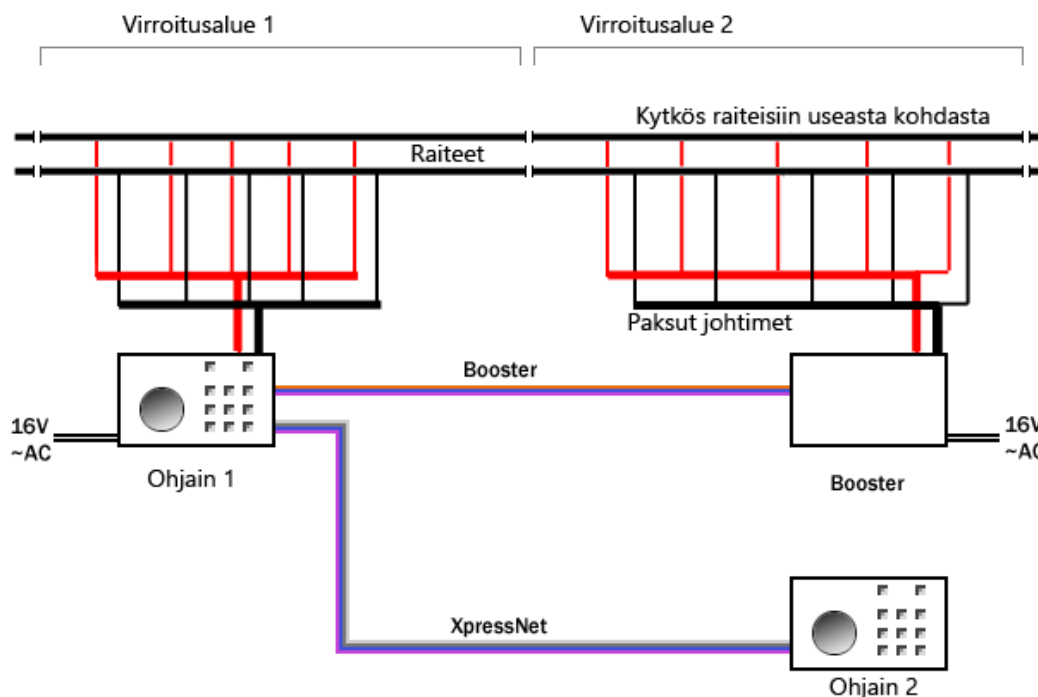
Kuva 12 Kiskoliittimiä, joissa on valmiiksi juotettu virtajohto kiinni

Virta kannattaa suuremmassa radassa syöttää rataan useammasta pisteestä hyvän virran kulun varmistamiseksi. Kiskojen väliset liitokset ovat aina hieman epävarmuutta lisäävä kohta virtapiirissä. Vaikkapa löysässä oleva kiskoliitin voi synnyttää katkoksen tai aiheuttaa ylimääräistä vastusta virran kululle. Virtalähteen ja syöttöpisteen välissä voidaan käyttää melko paksua kuparijohdinta, jotta ei aiheuteta turhaa vastusta virran kululle. Johtimen paksuus on tekemisissä vastuksen ja jännitehäviön kanssa.

Eristäminen

Raideosuuksia toisinaan eristetään toistaan. Analogisella radalla eristämällä ja kytkimin erottelemalla voidaan saada aikaan se, että kaikki veturit eivät liiku yhtä aikaa ajolaitetta käytettäessä. Voidaan myös mahdollistaa se, että eri ajolaitteet ohjaavat junaa erillisillä eristetyillä rataosuuksillaan.

Digitaalisella radalla rataosien eristämistä ei oikeastaan teoriassa tarvitsisi edes tehdä. Kuitenkin käytännössä virtalähteen kapasiteetti on rajallinen ja siksi suurilla radoilla rataosuuksia usein eristetään ja ohjataan erillisillä virtalähteillä, ns. *boostereilla*. Näin vältetään riskialttiiden erityisen suurien virtojen kulku virtapiireissä. Esimerkiksi oikosulkutilanteessa näin vähennetään riskejä. Boosterien käyttöä tarvitaan aina, jos yhtäaikainen virrankulutus ylittää virtalähteen maksimikapasiteetin. Tyypillisesti virtalähteestä saadaan noin 2A-5A maksimivirta. Tavanomainen eurooppalaisvalmisteinen veturi kuluttaa alle 0,5A virtaa. Amerikkalaiset veturit voivat kuluttaa paljon enemmänkin. Lisäksi on muistettava, että samaan virtapiiriin tulevat valaistus, vaihdemoottori, opastin ym. kuormat on laskettava mukaan kokonaiskuormitukseen.



Kuva 13 Kytchentäesimerkki todennäköisesti suurehkolta radalta, jossa kaksi DCC-ohjainta ja ylimääräinen booster. Ohjaimia ja boostereita voidaan lisätä samalla periaatteella tarpeen mukaan useampia.

Eri järjestelmien yhteensopivuus

Kun saatavilla on paljon teknisesti eri tavoin toimivaa pienoisrautatievälineistöä, on syytä kiinnittää huomiota muutamiin yhteensopivuustekijöihin.

Raideleveys luonnollisesti tulee olla sama. Kaksikiskoisessa radassa yleensä eri valmistajien raiteet sopivat kohtalaisen hyvin yhteen. Kiskot saattavat olla kuitenkin hieman eri kokoisia. Esim. H0-mittakaavassa saattaa esiintyä merkitä code 100 ja se tarkoittaa sitä, että kiskon korkeus on 0,100" (tuumaa) eli noin 2,5 mm. Kisko on jyrkempää, kuin esikuvan mukainen. $2,5 \text{ mm} \times 87 = 217,5 \text{ mm}$ ja näin korkeaa kiskoa ei ole varmaan missään päin maailmaa käytössä. Saatavilla on code 83 ja code 75 kiskoa, eli vastaavat todellisen kiskon korkeudet olisivat noin $0,083 \times 25 \times 87 = 180 \text{ mm}$ tai $0,075 \times 25 \times 87 = 163 \text{ mm}$. Eri korkuisia kiskoja ei kannata samalla radalla käyttää, jos ei sitten ole päärata ja sivuraide tms. Tällöin erityisesti tulisi aina varmistaa, että kiskon yläpinta on samassa tasossa ja kaluston kulku vaihtumiskohdan yli sujuu nykäyksittä.

Vaihteitten ja radan kaarteitten minimikaarresäde saattaa rajoittaa vaativan kaluston kulkua. Erittäin jyrkkiä vaihteita ja kaarteita varmaankin kannattaa välttää myös ulkonäkösyistä.

Yhteinen raideleveys ei kuitenkaan riitä, vaan myös sähköjärjestelmän ja virroitusastan tulee olla yhteensopiva. Esimerkiksi, jos rata on Märklin-tyyppinen, tulee kaikissa vetureissa olla keskilaahain, jotta ne saavat virtaa.

Jos rata on kaksikiskorata, ei sellaisia vaunuja voida käyttää, joissa akseli oikosulkee virtapiiriin. Vaunujen akseleissa tulee olla sähköinen eristys, esimerkiksi muovinen kappale sopivassa kohdassa. Akseleita voi useimmiten vaihtaa.

Jotta kalusto kytkeytyy hyvin toisiinsa, tulee käyttää samanlaisia kytkimiä. Näitäkin on saatavilla useita eri tyyppisiä. Onneksi myös kytkimiä yleensä pystytään vaihtamaan, koska ne ovat vaunussa kiinni usein NEM-standardin määrittelemällä tavalla.

[Linkki](#) erilaisista kytkimistä kertovalle sivulle.

Pyörissä laipan syvyys voi vaihdella melko paljonkin ja se vaikuttaa vaunun kulkuominaisuuksiin erityisesti vaihteiden kohdalla. Suuntauksena on ollut siirtyä ulkonäöltään realistisemmän näköisiin pienilaippaisempiin pyöriin. RP-25 on alun perin amerikkalaisessa H0-kalustossa käytetty, mutta nykyään eurooppalaisessakin kalustossa nopeasti yleistynyt pyörämitoitus, jossa laippa on ulkonäöltään melko realistisen siro verrattuna aikaisempiin NEM-standardin määrittelemiin pyöriin.

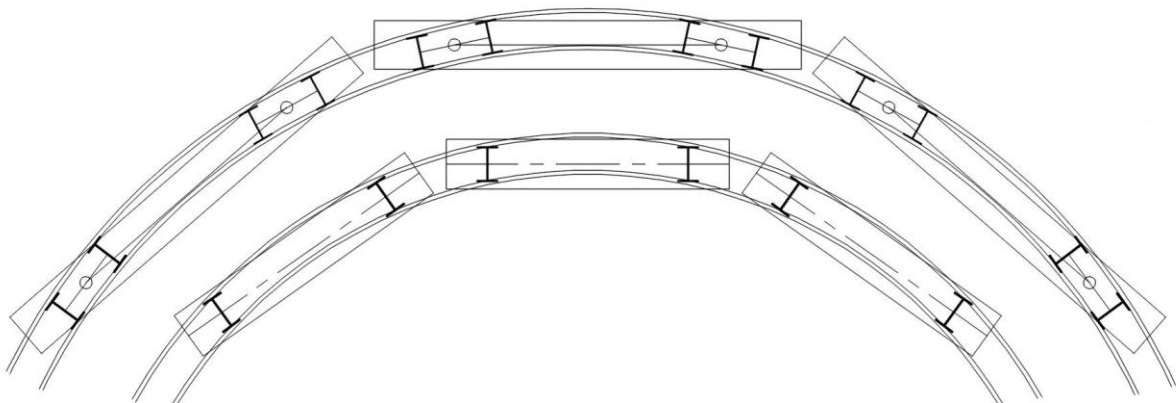
Jos vaunuissa on väärän tyyppiset akselit, ne ovat usein vaihdettavissa melko hyvin.

Rata

Radan geometria suunnittelun lähtökohtana

Liikkuva kalusto sanelee ehdot myös ratageometrialle. Radan pienin kaarresäde sekä vapaan tilan tarve radan ympärillä tulisi määrittellä siten, että kaikki käytössä olevat ja mahdollisesti myöhemmin käyttöön tulevat veturit ja vaunut kulkevat moitteettomasti. Kulkuominaisuudet ja kytkinten moitteeton toiminta paranevat, jos käytetään niin sanottuja siirtymäkaaria. Siirtymäkaari tarkoittaa sitä, että ennen varsinaista kaarresädettä tulisi kaarteeseen päähän lyhyehkölle matkalle pienempi kaarresäde. Myös kaarteiden suunnan vaihtuessa olisi hyvä sijoittaa lyhyt suora osuus kaarteiden väliin.

Aukeaa tilaa tarvitaan radan sivuilla enemmän mutkassa, koska pitkät vaunut pyrkivät hie- man oikaisemaan keskikohdastaan. Vastaavasti vaunujen päät vievät tilaa ulkokaarteiden puolelta.



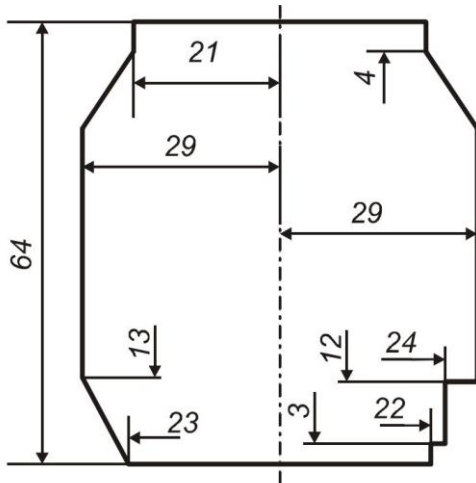
Kuva 14 Vapaan tilan tarpeen kasvaminen sivusuunnassa kaarteessa

Kuvassa on havainnollistettu kaarteeseen liittyviä huomioitavia asioita. Kaksiakselisissa vaunuissa on usein pitkä akseliväli, jolloin kaarteessa pyörä kääntyy pois radan suunnasta. Mitä pitempi akseliväli ja mitä jyrkempi kaarre, sitä ongelmallisempi tilanne on.

Telivaunussa teli kääntyy radan suuntaan ja akseliväli telissä on lyhyt, joten edellä kuvattu ongelma pienenee. Toisaalta pitkä vaunu silti vaatii ylimääräistä tilaa keskeltä karteeseen sisä-

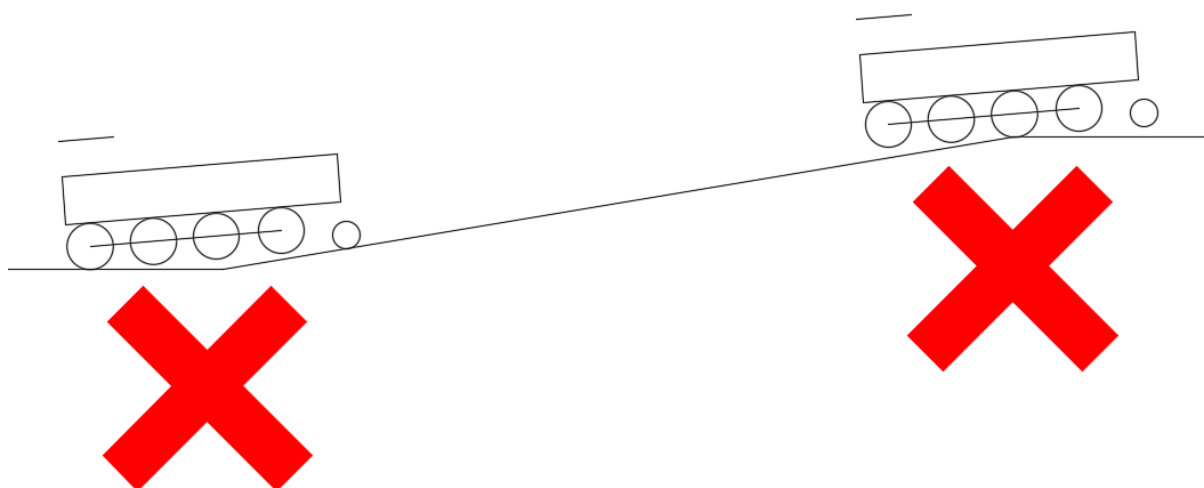
puolelle päin ja päistään kaarteeseen ulkopuolelle päin. Tämä on huomioitava vapaan tilan tarpeessa.

Sama huomionarvoinen asia on myös oikeilla rautateillä. Lyhenne ATU (aukean tilan ulottuma) liittyy tähän. Liikenneviraston sivuilta löytyy [materiaalia](#) ratageometriasta Suomen rautateillä.



Kuva 15 H0-mittakaavaisen FREMO-FIN standardin mukainen ATU

Radassa voi hyvinkin olla myös loivia mäkiä. Veturien vetokyky ja haluttu junan pituus tulisi huomioida heti suunnitteluvaiheessa. Monet pitävät sopivana suunnittelun lähtökohtana maksimissaan 2,5% nousua. 2,5% on sama asia, kuin 0,025. Nousuprosentti tarkoittaa käytännössä sitä, että vaakasuuntaista matkaa kohti tulee nousua tuon prosentiosuuden verran. Esimerkiksi, jos matka on 100cm, tulee sille matkalle nousua $100 \text{ cm} \times 0,025$ eli 2,5 cm. Voidaan laskea myös toisin päin. Kuinka pitkä nousu pitää pituussuunnassa olla, jotta rata nousee 10 cm ylöspäin? $10 \text{ cm} / 0,025 = 400 \text{ cm}$. Asia hieman vielä mutkistuu, koska myös nousun molempiin päihin tulisi sijoittaa lyhyet pätkät loivempaa nousua, jotta siirtymä tasamaalta nousuun ja takaisin tasaiselle tapahtuisi nykäyksettä ja kulkuominaisuuksia heikentämättä. Kohdassa, jossa nousu alkaa ja päättyy, ei ole syytä olla kaarretta, koska se entistään kasvattaa huonon kulun tai suistumisen riskiä.



Kuva 16 Liian jyrkästi muuttuva kallistus radassa saa vaativalla kalustolla osan pyöristä irtoamaan kiskosta

Vaihteet

Todellisissa rautateissä vaihteet ovat erittäin pitkiä ja kaarresäteeltään hyvinkin loivia. Pienoisrautatieissä joudutaan usein joustamaan tavoitteista tässä asiassa.

[Wikipediassa olevaa perustietoa rautatievaihteista](#)

Kaksikiskoisessa järjestelmässä oikea ja vasen puoli pitää olla eristettyjä toisistaan. Vaihteessa nuo puolet yhtyvät keskellä. Tämä osa voidaan tehdä eristävästä materiaalista, kuten muovista. Tässä ratkaisussa oikosulkua ei synny, mutta eristävän kohdan päällä oleva pyörä ei myöskään virroita ja saattaa syntyä virtakatkos aika herkästi ainakin pienellä nopeudella vaihdetta ylitettäessä.

Toisaalta risteyskohta voi olla metallinen. Silloin se tulee eristää kiskoista ja johtaa siihen sopivan kytkennän kautta sen puolen jännite, jonka puolen pyörät ovat kulkemassa kohdan yli. Tällaista kytkentää suositellaan tasaisen kulun varmistamiseksi.

[Linkki](#) sivustolle, jossa tätä on käsitelty.

Risteyspalan kohdalla vaunun pyörien ja risteyspalan geometrian on sovittava hyvin toisiinsa. Jos näin ei ole, saattaa kulku vaihteen yli olla epätasainen. Tavallinen kulkuun liittyviä ongelmia aiheuttava tilanne johtuu siitä, että yksittäinen pyörä on vaikkapa kolauksen takia siirtynyt akselilla hieman ja raideväli ja pyörien väli eivät vastaa riittävästi toisiaan. Jos yksittäisen vaunun yksittäinen akseli kulkee huonosti vaihteen yli, tarkista onko näin käynyt. Jos liikkuvassa kalustossa on pyörissä suuret laipat, voi ura risteyspalassa olla liian pieni ja laippa nostaa pyörää ylöspäin. Taas päinvastoin, jos vaihde on mitoitettu suurilaippaisille pyörille, voi sirompilaippainen pyörä nytkähtää liian alas kulkiessaan risteyspalan yli. Hyvän kulun varmistamiseksi kannattaa tutkia, että käytetyt vaihteet ja käytetyt pyörät ovat hyvin yhteensopivia.

Radan kiinnittäminen ja sorastaminen

Rata saadaan pysymään alustassaan esimerkiksi liimaamalla tai käyttämällä pieniä kiinnitynauloja. Useimmat harrastajat haluavat mahdollisimman aidon vaikutelman ja siksi vielä sorastavat radan.



Kuva 17 Sorastettua ja maalattua rataa

Sorastuksen raekoko ja väri voivat vaihdella halutun päämäärän mukaan. Valmista sirotetta on myytävissä tai sitten soran voi seuloa itse. Sora tyypillisimmillään levitetään ensin paikalleen ilman liimaa. Levittämisessä voidaan käyttää siveltimiä ja lastoja ja vastaavia välineitä. Vaihteitten liikkuvien osien lähelle ei kannata soraa laittaa, koska väärässä paikassa oleva sora tai liima voi haitata vaihteen toimintaa. Kun soran levitys on onnistunut hyvin, tulee sora kostuttaa vedellä. Vedessä on hyvä olla ihan pieni määrä astianpesuainetta seassa rikkomassa pintajännitteen. Kostutuksen jälkeen annostellaan vielä sopivaa liimaa. Liima pitää olla tarkoitukseen sopivaa. Pinta ei saa kiiltää. Olisi hyvä, jos liima hieman joustaa, mikäli raiteita joutuu vielä joskus irrottamaan.

Kun liimaus on kuivunutta, otetaan pölynimurilla irtonainen aines pois.

Myös kiskon syrjä voidaan maalata ruosteen väriseksi autenttista vaikutelmaa lisäämään. Sepeliä voidaan vielä värjätä maalilla, jos halutaan vaikkapa aikaansaada vaikutelmaa liasta ja öljystä, mitä radalle on esikuvassa voinut pudota.

Kääntöpöydät

[Kääntöpöytä](#) on laite, jonka avulla yleensä veturi käännetään ympäri. Nykyaikaisilla vetureilla kääntäminen ei useinkaan ole erityisen merkittävää. Joissain vetureissa on kaksi ohjaamo molemmissa päissä ja näin ei ole merkitystä sillä, kumpaan suuntaan ajetaan. Höyryvetureissa asialla oli enemmän merkitystä ja siksi vetureita käännettiin. Kääntöpöydän ympärillä oli usein myös säteittäisesti pöydän ympärille kaareutuva veturitalli.

Kääntöpöytiä on saatavilla myös pienoisrautateihin. Jos on paljon aikaa ja taitoa, voi myös kääntöpöydän rakentaa itse.

Pienoisrautatien runko

Materiaalit

Pienoisrautatieharrastuksen alkuvaiheessa saattaa riittää se, että peruspakkauksen mukana tulleet ratapalat asetetaan pöydälle ja rata puretaan käytön jälkeen takaisin laatikkoon. As-tetta edistyneemmälle tasolle päästään, kun rata kiinnitetään pohjalevyyn kiinteästi. Tämä mahdollistaa jo jonkinlaisen maisemoinnin ja kiskojen liitokset eivät kulu jatkuvasta irrottelus-ta ja uudelleen kiinnittelystä. Myös sähköasennukset voidaan toteuttaa kiinteämmin. Levy voidaan varastoida pystyasennossa. Levy on kuitenkin epärealistinen alusta, koska maasto on täysin litteä. Jos halutaan paljon puita, rakennuksia ja maastonmuotoja, kunnollinen rata-runko voisi olla monipuolisimman radan mahdollistava ratkaisu.

Puurunko on nikkarointiin tottuneelle harrastajalle helppo ratkaisu. Usein näkee käytettävän runkoja, joissa puut menevät ristikkäin esim. noin puolen metrin ruuduttaisella jaolla ja erilliset jalat kantavat runkoa. Mäkisissä kohdissa voi vanerista muotoilla maaston profiilin muotoisia kaaria, joiden päälle maasto tulee. Runkoon voi kiinnittää vanerista sopivaan muotoon sahatun alustan radalle ja ratapihoille. Maasto voidaan muotoilla vaikka metalliverkosta, jonka pintaan tulee vaikkapa märässä kipsissä kostutetuista kankaista tehty kerros, jonka voi vielä kipsin kuivuttua pinnoittaa monin tavoin. Tällainen ratarunko on aika edullinen toteuttaa. Puurungon huono puoli on eläminen. Erityisesti kosteusvaihtelulla on suuri vaikutus puuhun. Puu elää eri suunnissa (syysuuntaan verrattuna) eri tavoilla.

Suomessa on huoneilman kosteusvaihtelu yleensä voimakasta, koska lämmitys alentaa ilman suhteellista kosteutta talvipakkasilla. Näinpä osa harrastajista arvostaa elämätöntä runkoa.

Metallirunko elää huomattavan vähän. Huoneilman suhteellinen kosteus ei vaikuta siihen lainkaan ja tasalämpöisessä tilassa lämpölaajenemistakaan ei kovin voimakkaana pääse tapahtumaan. Styrofoam-levy on helposti työstettävää ja myös kosteusvaihtelussa elämätöntä materiaalia ja sen voi tukea metallirunkoon. Näin saadaan korkealaatuinen alusta rakente-lulle.

Metallirunkoja voi tehdä kalusteputkesta hitsaamalla. Toinen kätevä keino on hankkia valmiita edullisia metallirunkoisia kalusteita, joista hyödyntää valmiin rungon.

Styrofoamin leikkaaminen on todella helppoa tehdä kuumalankaleikkurilla. Työskentelyn aikana tila tarvitsee vain muistaa tuulettaa kunnolla. Styrofoamista voi leikata korkeuskäyrien muotoisia osia, jotka liimataan porrastetusti kiinni toisiinsa.

Lohkot

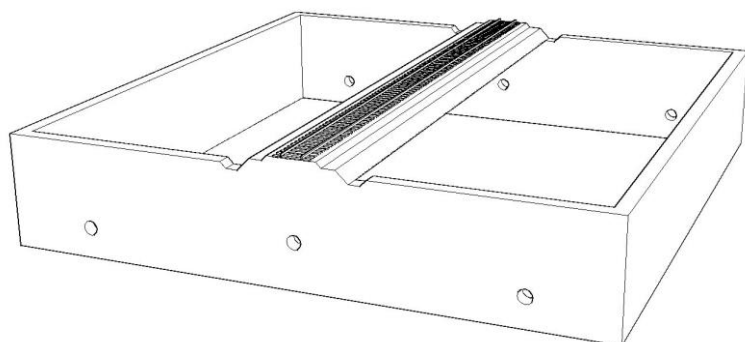
Jos rata on melko kookas, voi olla järkevää tehdä rungosta ja koko radasta sopivan kokoisista lohkoista muodostuva. Lohkon tulee olla enintään sen kokoinen, että sen voi siirtää tilasta toiseen normaalien ovien läpi. Ei olisi mukavaa luopua hienosta ja vuosia rakennellusta pienoisrautatiestä pelkästään sen vuoksi, että muuttopäivänä rataa ei saa ehjänä siirrettyä mihinkään. Vaikka olettaisi, ettei tarvitse muuttaa ikinä mihinkään, voi jonain päivänä tulla vaikkapa vesivahinko ja silloin olisi mukavaa päästä siirtämään pienoisrautatie alta pois.

Lohkoista kannattaa tehdä sellaiset, että ne ovat vaikkapa pulttavissa kiinni toisiinsa mahdollisimman hyvin tarkkuus säilyttäen liitoskohdassa. Kohdistustapit voivat olla tarpeen.

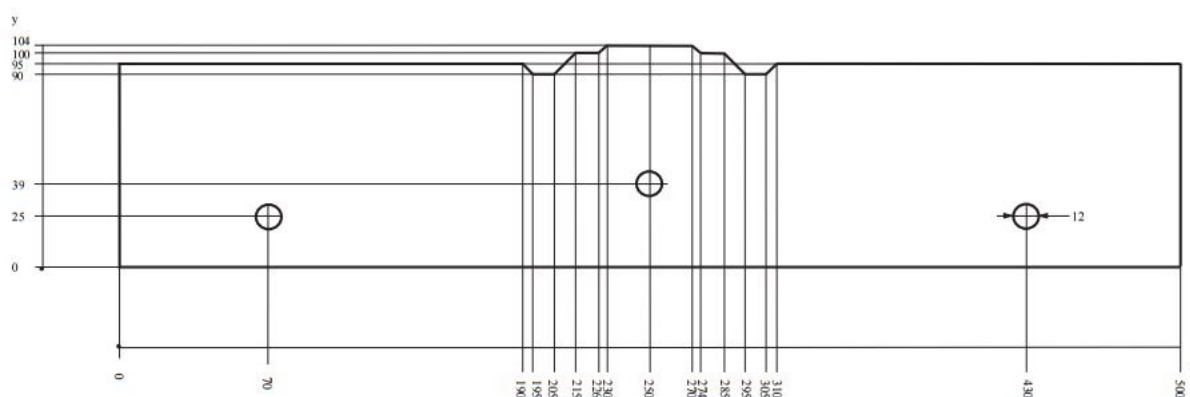
Moduulit

Jos idea pienoisrautatielohkoista jalostetaan sen verran pidemmälle, että kukin maisemoitu lohko on liittymäkohdastaan (päädystä) vakioitu ja näin yhdistettävissä useisiin muihin samaa standardia noudattaviin lohkoihin, puhutaan pienoisrautatiemoduuleista. Moduuliharrastajat saattavat kokoontua suureen tilaan, kuten vaikkapa johonkin saliin, ja kytkeä moduulinsa siellä erittäin suureksi liikennöitäväksi kokonaisuudeksi. Moduuliharrastajat voivat joko ajella junia vapaasti, tai pyrkiä jopa aikataulun mukaiseen liikennöintiin. Tilassa voi olla skaalakelloja, eli kyseessä on muuten normaalin näköinen kello, mutta se näyttää ajan etenevän nopeammin, kuin miten todellinen aika etenee. Jos pienoismallissa asemien välimatkat vastaisivat todellisia asemien välimatkoja, näin ei tarvitsisi menetellä, mutta siihen tavoitteeseen ei oikein ole realistista pyrkiä. Pienoisrautatiessä välimatkat väkisin lyhenevät todellisiin verrattuna.

[FREMO](#) on alun perin Saksassa kehitetty moduulistandardi ja sen suomalainen versio on [FREMO-FIN](#). Saksalaisessa standardissa on useampia versioita eri mittakaavoille, mutta Suomessa mittakaava on H0.



Kuva 18 Moduuli



Kuva 19 FREMO-mitoitettu moduuli F96 päädystä nähtynä

N-mittakaavan harrastajilla on oma standardinsa. Tähän liittyvät yksityiskohdat selviävät

[N Club Finland](#) kautta.

Myös muita moduulistandardeja on olemassa. Joissakin on tekemistä helpotettu penkallisen raidemateriaalin sovittamisessa standardiin. Tällainen helpottaa vaikkapa kerhon junioritoimintaa, mikäli sellaista on.

Toisinaan eri standardien moduulit voidaan liittää yhteen erityisellä sovituspallalla, mikäli yhteensopivuus muuten on olemassa.

Jos kiinnostut moduuleista, ota yhteyttä moduuliharrastajien yhteisöön ja ota selvää kaikista yksityiskohtaisista ohjeista.



Kuva 20 FERMO-moduuleita valtakunnallisilla pienoisrautatiepäivillä 2016



Kuva 21 N-moduuleita valtakunnallisilla pienoisrautatiepäivillä 2016

Maisemointi

Kalliota saa mukavasti tehtyä kipsistä. Kipsin sekaan kannattaa laittaa jo valmiiksi hieman tummaa vesiväriä, jolloin se on läpeensä sopivan harmaata. Pintaa voi vielä viimeistellä, mutta jos kipsi sattuisi halkeamaan jostain kohdasta, näyttää läpeensä harmaa kipsi silloin paremmalta.

Aitoa hiekkaa, pikkukiviä ja sirotteita saadaan liimalla kiinni maaston pintaan. Huomaa, että tavallinen hiekka saattaisi olla erittäin karkeaa kivikkoa tai sepeliä, kun mittakaava huomioidaan. Hieno seulottu hiekka voi sopia paremmin. Irtonainen osuus poistetaan pölynimurilla liiman kuivuttua. Ruohosirote saadaan liimaantumaan pystysuuntaisena, kun se varataan tarkoitukseen kehitetyllä laitteella korkeajännitteisellä staattisella sähköllä liimaustilanteessa. Vaikka jännite on korkea, on tämä laite kuitenkin turvallinen. Virta nimittäin on olemattoman vähäinen.

Vesi



Vesiaiheet ovat haastavia ja niiden toteutukseen on useita erilaisia tekniikoita. Tässä on esitelty eräs tekniikka, jolla saadaan hyvän ja realistisen näköinen lopputulos.

Tarvittavat materiaalit: akryylimassa, maali ja erikoiskiiltävä venelakka.

Tarvittavat muut välineet: vaahtomuovinen maalaustela, folio ja suihkupullo jossa on tiskiaineen ja veden seosta.

Kuva 22 Tarvikkeita



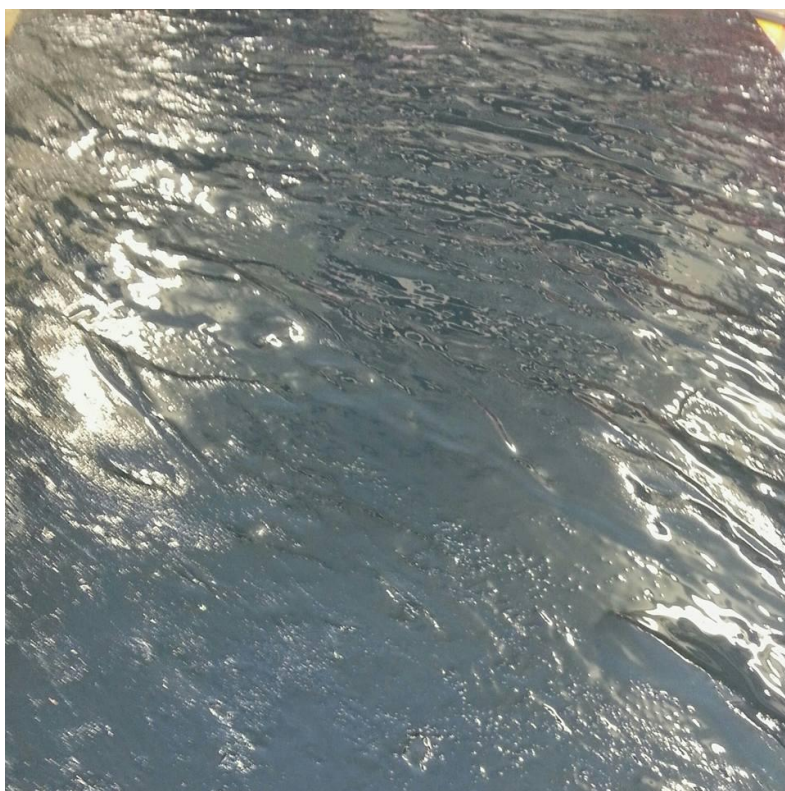
Kuva 24 Akryylimassan levitys

Akryylimassaa levitetään aaltojen suuntaisesti, kastellaan reilusti suihkupullon sisällöllä ja muotoillaan vähän aaltoja.



Kuva 25 Folio

Lopullinen muotoilu tapahtuu foliolla. Jos aallot jäävät liian teräviksi, voi ne muotoilla telalla.



Kuva 26 Maalaus useita kertoja

Annetaan kuivua ja maalataan. Lisätään useita lakkakerroksia ja annetaan lakan aina kuivua välissä.



Kuva 27 Vanavedet ja virtaukset

Alusten vanavesiä, virtauksia jne. voi muotoilla silikonista tai esim. Vallejon/Woodlandin/Nochin tuotteilla.



Kuva 28 Lakkapinta heijastaa

Kirkas lakka antaa myös oikean veden tapaisen heijastuksen.

Puita voi väännellä vyyhdestä rautalankaa. Kierteelle väännetty vyyhti muodostaa rungon, josta haarautuu ohuempia oksia (osa langoista). Tällaisen rautalankarungon voi päällystää ja maalata haluamallaan tavalla. Värjätyt jäkälät tai erilaiset sirotteet viimeistelevät vaikutelman.

Mikäli jäkälän halutaan säilyvän pehmeämpänä kuivuttuaankin, voidaan sitä käsitellä glyseroli-nimisellä aineella, jota on saatavilla apteekeista. Jäkälä upotetaan glyseroli/vesi seokseen ja annetaan tämän jälkeen kuivua kunnolla. Glyseroli imeytyy kasvin solukkuun ja säilyttää jäkälän pehmeiden melko kauankin.

Ihmisfigureita, autoja, polkupyöriä, katulamppuja, liikennemerkkejä, sähkölinjoja ym. löytyy aika laajasti teollisesti valmistettuina ainakin suosituimmissa mittakaavoissa, mutta kaikkea voi myös tehdä itse.

3D-printtaus on kätevä tapa toteuttaa harvinaisempia osia. Tarvitaan vain sopiva tiedosto ja palvelu, jossa printtaus voidaan teettää. Tiedosto voi olla itse tehty. Ilmaisia ohjelmia löytyy tähän tarkoitukseen. Tiedostoja voi löytyä netistäkin. Tulostuspalveluilla saattaa olla sellainen lisäpalvelu, johon käyttäjät voivat jättää omat 3D-mallinsa myös toisten käyttäjien käytettäväksi. Esimerkkinä shapeways.com, josta löytyy melko runsaasti kaikenlaisia pienoismalli-aiheita H0 ja N mittakaavoissa. 3D-tuloste saattaa vaatia hiomista ja maalausta.

Valaistus

Iita- ja yövalaistuksella pienoisrautatiemaisemaan saadaan elävyyttä. Huonevalaistus voi olla säädettävissä himmentimellä. Veturissa voi olla valonheittimet, jotka valaisevat rataa eteenpäin. Vaunuissa voi olla sisätilan valaistus. Taloissa voi olla sisällä ja ulkopuolella valot. Katulamput, liikennevalot, rautatieopastimet jne. näyttävät hienoilta hämärässä tai jopa pimeässä.

Led-puolijohteet ovat hehkulamppua kestävämpiä ja kuluttavat niukasti myös virtaa. Sen vuoksi niitä käytetään paljon hyödyksi. Saatavilla on myös värilämpötilaltaan lämminsävyisiä valkoisia ledejä, jolloin vaikutelma miltei vastaa hehkulampan valoa. Yleensä led vaatii etuvastuksen käyttöä, jotta sen läpi ei mene niin suurta virtaa, että se rikkoutuu. Pienimmät pintaaliitostyyppiset LED-lamput ovat niin pieniä, että johtimien juottaminen paikalleen on jo hyvin haastavaa. Onneksi myytävänä on tällaisia valmiiksi juotettuna.



Kuva 29 Valmiiksi johdotettuja erittäin pienikokoisia pintaliitostyyppisiä LED-valoja.

Radan teema

Jotta radasta tulee mahdollisimman uskottavan näköinen, kannattaa tehdä muutamia valintoja, joita johdonmukaisesti noudattaa. Ajankohta on yksi tällainen. Mikä vuosikymmen suunnilleen on meneillään? Jos halutaan mielikuva vaikkapa -60 -luvun maisemasta, ei kannata sijoittaa siihen mitään liian nykyaikaiselta vaikuttavaa, mikä rikkoisi mielikuvan. Varmaan useimmiten on eduksi myös, jos pysytään myös likimain yhdessä vuodenaikassa. Kesäinen pienoisrautatie on luultavasti suosituin. Pienoisrautatien rakennukset, varustelut ym. kannattaa miettiä siten, että on olemassa tiettyjä toimintoja, jotka oikeassakin maisemassa sanelevat sen, millaista ympäristöä radan varteen tulee ja myös millaisia raidejärjestelyjä tarvitaan. Voi olla vaikkapa pieni rautatieasema laitureineen ja rakennuksineen, muutama sivuraide jne. Asetelmassa voi olla mukana opastimia, henkilökuntaa, trukkeja, nostureita ja kaikenlaista siten, että halutut toiminnot ovat mahdollisia. Mallia kannattaa hakea todellisuudesta tai vanhoista valokuvista.

Liikkuvan kaluston tekeminen

Varsinkin suomalaista pienoisrautatieharrastajaa harmittaa se, että kotimaamme kalustosta on hyvin harvakseltaan tehty teollisesti malleja. Tällöin joko harrastetaan jonkin muun maan esikuvan mukaisesti, tai sitten tehdään kalustoa suureksi osaksi myös itse.

Muuntaminen tehdasmallista

Lähtökohdaksi suomalaiselle liikkuvalla kalustolle voidaan valita melko samanlainen muun maalainen aihe, jota sitten enemmän tai vähemmän muokataan suomalaisen kaltaiseksi. Joissain tapauksissa pelkkä maalaaminen voi tavoittaa jo mukavan kompromissin lopputuloksen tarkkuuden ja rakentamisen vaikeuden välillä. Toisinaan valmiista tehdaskalustosta otetaan pelkkä alusta pyörineen ja kaikki sen yläpuolelle tuleva joko askarrellaan tai esimerkiksi tulostetaan 3D-printterillä.

Syövyttäminen

Messinkilevyn syövyttäminen mahdollistaa laadukkaan lopputuloksen. Syövytystä varten tehdään mustavalkoinen kuva peilikuvana. Syövytys on vaativa tehtävä ja sisältää vaarallisten kemikaalien käsittelyä. Yksi vaihtoehto on käyttää syövytyspalvelua, jolle kuvamateriaali toimitetaan ja palvelu laskuttaa tilaajaa sekä toimittaa osat postissa tälle. Syövyteosien kiinnitys toisiinsa tehdään juottamalla tinalla tai joissain tapauksissa liimaamalla.

3D tulostaminen

Valmiin tulostetun osan voi halutessaan teettää 3D-tulostamiseen erikoistuneilta yrityksiltä, jos ei aio hankkia itselleen kallista 3D-printteriä. Osasta joko tehdään itse tietokoneella 3D-malli tai sitten käytetään jonkun muun valmiiksi tekemää mallia. Esimerkiksi tunnettu yritys Shapeways toimii siten, että kukin rekisteröity kävijä voi paitsi tulostaa omatekoisia 3D-malleja, myös jättää 3D-mallinsa muiden palvelun käyttäjien käytettäväksi. Suomalaismalleja onkin siellä saatavilla jo kohtalainen kokoelma ja oletettavasti valinnan mahdollisuudet koko ajan vain kasvavat.

Jos haluat tehdä itse 3D-malleja ja tulostaa niitä, tarvitset mallista tiedoston. Litteä osa voidaan tehdä useille tutussa 2D-muodossa, kuten esim. jpeg-kuvatiedostona. Vaativampi muoto tulee mallintaa jollain CAD-ohjelmalla. Suosituimpiin kuuluu SketchUp, koska se on ilmainen ja siihen löytyy hyviä ohjeita esim. Youtuben kautta. SketchUp on käytettävissä google-tunnuksella jopa ilman asennusta suoraan web-selaimessa <http://my.sketchup.com> ja kyseinen ohjelmaversio sisältää valmiiksi toiminnon myös stl-tiedoston tekemiseksi.

Kullakin tulostuslaitteella ja materiaalilla on omat mitoitus- ja muotoon, pinnan laatuun ja mittatarkkuuteen liittyvät rajoitteensa, jotka tulee aina huomioida.

Aiheeseen liittyvää luettavaa:

<http://www.veturitali.net>

[Facebook-ryhmä *Pienoisrautatieharrastajat*](#)

<http://fremo.fi>

<http://www.n-club-finland.org/>

<http://www.pienoisrautatiekerho.fi/>

<http://pirake.net/>

<http://www.elisanet.fi/porhaltaja/>

<http://www.topparoikka.net/>

<http://www.alppirautatiet.org/>

http://pikarinen.com/mikko/kiteen_pienoisrautatie/

<https://taprk.org/>

<http://mestarimallit.com/>

<https://www.mallikauppa.fi/>