

Hannu Virmalainen

Raitiotieradan päällysrakenteen laadun parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

25.4.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Hannu Virmalainen Raitiotieradan päällysrakenteen laadun parantaminen Helsingin kaupungin liikennelaitos 41 sivua + 1 liitettä 25.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Tuntiopettaja Tuomas Jokipii, Metropolia AMK Ratatöiden valvoja Pertti Pihlajaoja, HKL
<p>Insinööriyön tavoitteina oli tutkia Helsingin kaupungin liikennelaitoksen raitioliikenneverkoston päällysrakenteita, laatia niiden rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyviä ohjeita sekä tutkia radan päällysrakenteiden kunnossapitomenetelmiä. Tavoitteena oli myös tehdä alustavia työohjeita ja arvioida korjausmäärät kesällä 2013 suoritettaviin asfalttiurakoihin.</p> <p>Asfalttiurakat toteutetaan liian korkealla kiskon vieressä olevan asfaltin takia. Korkeaksi luokitellusta asfaltista on haittaa päällysrakenteen kunnossapidossa, eritoten profiilihionnassa kun hiomakiviä ei voida korkean asfaltin takia asettaa optimaalisiin kulmiin ja ne kuluvat liian nopeasti. Tulevaisuudessa siitä on myös haittaa, kun vaunuihin tulevat leveämmät pyörät, jotka vaativat kiskon vierestä enemmän tilaa. Lisäksi se kuluttaa vaunun osia talvella, kun vaunun maavara on liian matala muodostuneen polanteen takia.</p> <p>Insinööriyössä tutkittiin radan päällysrakenteita ja sen eri kunnossapitomenetelmiä teoreettiselta pohjalta, perehtymällä päällysrakenteiden ja kunnossapitomenetelmien suunnitteluohjeisiin sekä pitämällä ohjaavia palavereja yrityksen kanssa.</p> <p>Kesän 2013 asfalttiurakoita varten laaditut alustavat korjausmäärät laadittiin raitioliikenneverkostossa suoritettua laserkeilauksen ja kävelytarkastelun perusteella. Alustavat työohjeet laadittiin ratatöiden valvojan kanssa pidetyissä palavereissa.</p> <p>Lopputuloksena syntyi raportti, jossa on esitetty raitioliikenneverkoston päällysrakenteiden rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyviä ohjeita sekä tulevan kesän asfalttiurakkaan liittyvät alustavat työohjeet ja korjausmäärät. Lisäksi työssä on esitetty raitioliikenneverkoston päällysrakenteiden merkittävimmät kunnossapitomenetelmät.</p>	
Avainsanat	päällysrakenne, raitioliikenne, kunnossapito

Author(s) Title Number of Pages Date	Hannu Virmalainen Improvement Of Tramway Superstructures Helsinki City Transports 41 pages + 1 appendices 19 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Tuomas Jokipii, Lecturer, Metropolia Pertti Pihlajaoja, Track Maintenance Supervisor
<p>The goals of this thesis were to examine the superstructures of Helsinki City Transports, draw up construction and maintenance instructions and to examine the track-maintenance methods. The aim was also to make preliminary working instructions and evaluate the amounts required for the asphalt contracts which will be made for asphalt works to be conducted in summer 2013.</p> <p>Asphalt works will be implemented due to high asphalt next to the rail. High asphalt causes harm in track-maintenance especially in profile grinding when the grinding stones cannot be set to optimal angles and therefore grinding stones wear out too quickly. In future high asphalt will cause harm also because there will be wider wheels in the trams that require more space next to the rail. It also consumes tram parts in winter because the clearance is too low due to ice formed between the track and tram.</p> <p>The research was conducted by studying the design guidelines of the superstructures and track-maintenance methods and by having meetings in the company.</p> <p>For evaluating the amounts calculated for the asphalt contracts laser scaling was used and onsite observations made. Preliminary working instructions were drawn up after having meetings with the track maintenance supervisor.</p> <p>As a result, the thesis contains working instructions for the superstructure and maintenance in the tram network and also instructions for the asphalt contract next summer.</p>	
Keywords	superstructure, tram, track-maintenance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön lähtökohdat	2
1.2	Työn rajaus	3
2	Radan päällysrakenne	4
2.1	Radan tukikerrokset	5
2.1.1	Sepelitopparata	5
2.1.2	Betonirata	5
2.2	Sitomattoman kantavan kerroksen materiaalit ja tekeminen	6
2.3	Radan pohjalaatta	6
2.3.1	Pohjalaatan rakentaminen	6
2.3.2	Matalan laatan rakentaminen ja kiinnitys olemassa olevaan laattaan	7
2.3.3	Pohjalaatan laadunvarmistus	7
2.4	Radan pintalaatta	7
2.4.1	Pintalaatan rakentaminen	8
2.4.2	Pintalaatan laadunvarmistus	8
2.5	Kiskot	8
2.5.1	Kiskojen raideleveys	9
2.5.2	Valmis raide ja raiteen asennustarkkuus	10
2.5.3	Kiskojen käsittely	11
2.5.4	Raiteen laadunvarmistus	11
2.6	Asfalttipäällysteiden materiaalit	11
2.7	Asfalttipäällysteiden laadunvarmistus	12
2.8	Kiskokaivot	13
2.8.1	Kiepe-kaivo	13
3	Päällysrakenteen kuluminen ja kunnossapitotehtävät	14
3.1	Asfalttipäällysteiden paikkaustyö	14
3.2	Kiskon kuluminen	15
3.2.1	Ajoreunan kuluminen	15
3.2.2	Uranreunan kuluminen	16
3.2.3	Riffeli	17
3.2.4	Risteyskärjet ja urat	18
3.3	Kiskon kunnossapitohitsaus	19

3.3.1	Ajoreuna	20
3.3.2	Uranreuna	20
3.3.3	Risteyskärjet ja urat	20
3.3.4	Kunnossapitohitsauksen työvaiheet	20
3.3.5	Hitsausmenetelmät	21
3.4	Kiskon profiilihionta	24
3.4.1	Kalusto	24
3.4.2	Hiontamenetelmä	25
3.4.3	Profiilimittaukset	26
3.4.4	Korkeasta asfaltista aiheutuva haitta profiilihionnassa	27
3.5	Muut kunnossapitotehtävät	28
4	Päällysrakenteen kunnan tutkiminen	28
4.1	Laserkeilaus	28
4.2	Kävelytarkastelut	30
4.3	Yhteenveto	30
5	Asfalttikorjausurakat 2013	31
5.1	Lähtökohdat	31
5.2	Jyrsintä	32
5.3	Jyräasfalttiurakka	33
5.4	Valuasfalttiurakka	33
5.5	Kiskonvierussaumankorjaus	33
5.6	Pohjatyöt topparataosuuksilla	34
5.7	Merkinnät maastossa	35
5.8	Mittauspöytäkirjat	35
5.9	Liikennejärjestelyt	35
5.10	Työturvallisuus	36
5.10.1	Rakennustyövälineet, koneet ja laitteet	37
5.10.2	Palosuojelu	38
5.10.3	Pölyn leviämisen estäminen	38
5.10.4	Melua aiheuttavat työt	39
5.10.5	Työmaa-alueella olevat johdot ja kaapelit	39
5.10.6	Ympäristön suojaus	39
6	Yhteenveto	40
	Lähteet	41
	Liite 1. Asfalttikorjausurakoiden alustava aikataulu	

Lyhenteet ja käsitteet

AA	Avoin asfaltti, jossa päällysteessä toisiinsa yhteydessä olevat ilmahuokokset saavat aikaan vettä läpäisevän rakenteen.
AB	(Kulutuskerroksen) asfalttibetoni
Ajopinnan tangenttilinja	Radan poikkileikkauksessa urakiskojen kulkupinnan taso (GTF). Linjan sijainti on esitetty kuvassa 6.
EA	Epäjatkua asfaltti, jonka rakeisuuskäyrä on epäjatkua välin 0,5 mm – 4 mm kiviaineksen puuttuessa lähes kokonaan
HKL	Helsingin kaupungin liikennelaitos
Iso väli	Iso väli on kahden raitiotieradan lähimpien kiskojen väliin jäävä tila. Sen leveys on ≥ 2 metriä.
KBVA	Kumibitumivaluasfaltti
Kiepe-kaivo	Vastavaihteen sähkökääntötunnistimen kaivo
Kiskojana	Kiskojana on yleensä 18 metriä pitkä esivalmistettu rataelementti. Se koostuu kahdesta toisiinsa välirauodoilla yhteen pultatusta kiskosta.
Kiskokaivo	Kiskokaivo kerää urakiskon pohjalla kulkevan veden ja johdtaa sen edelleen hulevesiviemäriin. Kiskokaivosta käytetään myös nimitystä linjakaivo. Kiskokaivo liitetään kokoojakaivoon muoviputkella.
Kiskonkiinnike	Kiskonkiinnike on teräksinen kiinnityselementti, jolla kiskot kiinnitetään pohjavaluun. Kiinnitysetäisyys suoralla on 3 m:n välein ja kaarteessa 1,5 m:n välein.
Korkea asfaltti	Kiskon viereinen asfaltti on 1 cm:n tai sitä korkeammalla kuin kiskon reuna

PAB	Pehmeä asfalttibetoni, sideaineena käytetään bitumia.
Pikkuväli	Pikkuväli on raitiotieradan kiskojen väli eli raideleveys. Pikkuvälin leveys on suoralla 1000 mm.
Polanne	Kovaksi pakkautunut lumi tai jää
Päällysrakenne	Raitiotieradassa päällysrakenne koostuu tukikerroksesta, pohjalaatasta, pintalaatasta ja kiskoista. Pohjalaatan alapuoliset kerrokset ovat kadun rakennekerroksia.
Raide	Raide koostuu ratakiskoista, väliraidoista, ratakiskojen kiinnitys- ja jatkososista sekä vaihteista ja raideristeyksistä.
Rata-alue	Rata-alue ulottuu yleensä 300 mm uloimpien kiskojen ulkopuolelle. Korotetuilla raitio-tieradoilla ja pysäkkien kohdilla rata-alue ulottuu reunatuen ajoradan puoleiseen reunaan saakka.
SMA	Kivimastikiasfaltti, jonka pääosan muodostaa karkea, lähes tasarakeinen murskattu kiviaines. Tyhjätilan täyttää stabiloitu mastiksi.
Tukikerros	Raitiotien tukikerros pitää raiteen geometrisesti oikeassa asemassa ja asennossa sekä jakaa kuormia alusrakenteelle ja muodostaa raiteelle tasaisen ja kantavan alustan.
VA	Valuasfaltti, jossa mastiksi täyttää kiviaineksen tyhjätilan ja tekee massasta kuumana valettavan.
Välirauta	Välirauta on kiskot toisiinsa kiinnittävä lattateräs, joka kiinnitetään 1500 mm:n jaolla kiskojen väliin.

1 Johdanto

HKL-Infrapalvelujen vastuulla on Helsingin joukkoliikenteen infrastruktuuri. Siihen kuuluvat raitio- ja metroradat sekä asema- ja varikkokiinteistöt. Yksikön muodostavat neljä tiimiä: kiinteistötiimi, rakennuttamistiimi, ratatiimi ja sähköjärjestelmätiimi.

Infrapalvelut tilaa metro- ja raitioratojen sekä ratasähkölaitteiden kunnossapitotehtävät lähes kokonaan ja rakentamisen osittain HKL:n metro- ja raitioliikenneyksiköiltä. Osa raitioratojen rakentamisesta kilpailutetaan ulkopuolisilla urakoitsijoilla.

Infrapalvelujen oma tuotantona hoidetaan lippuautomaattien, viestilaitteiden, pysäkkien ja kiinteistöjen kunnossapitotehtäviä sekä tekniset valvomotehtävät.

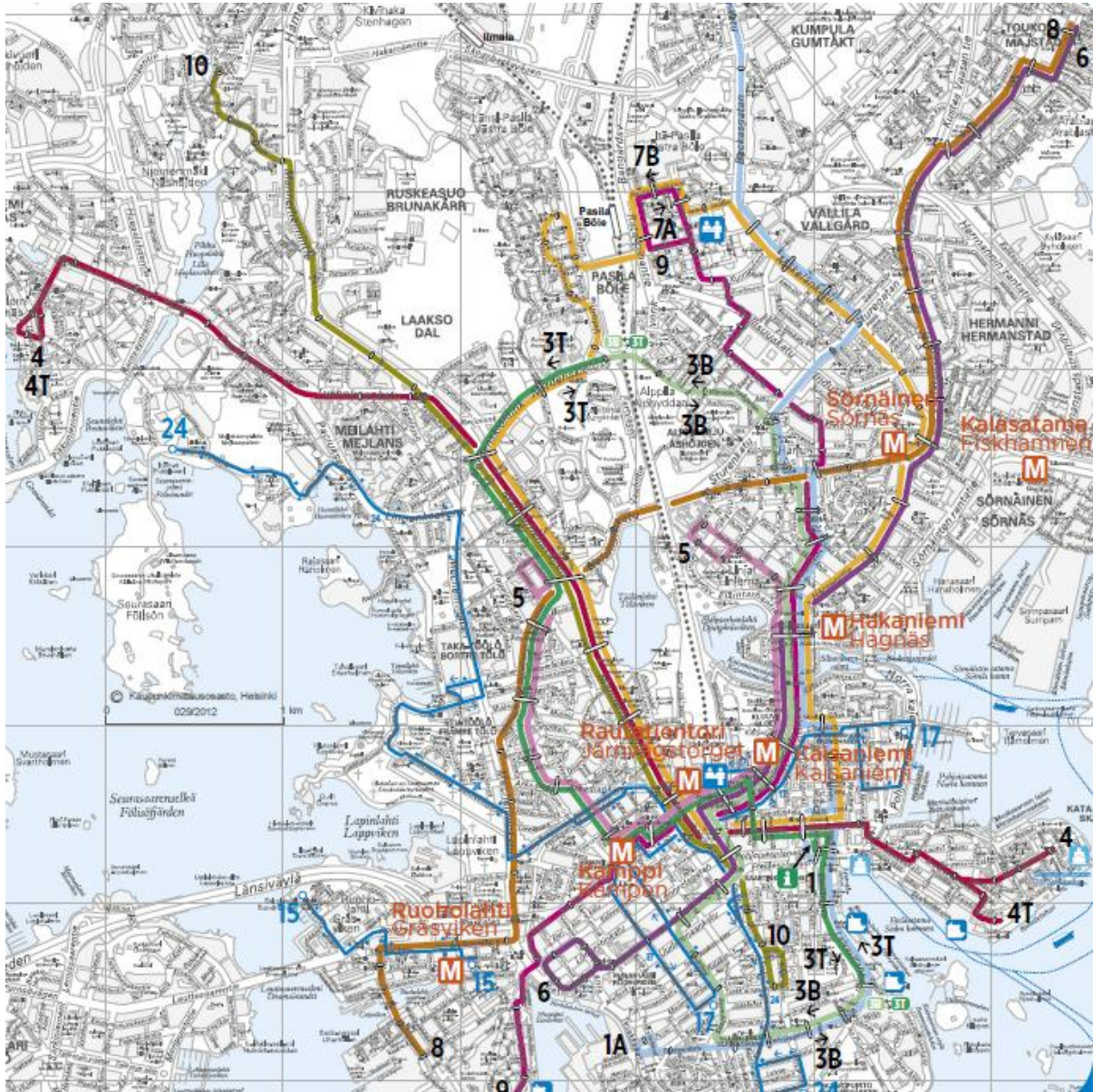
Tämä opinnäytetyö tehdään Helsingin kaupungin liikennelaitoksen Infrapalveluyksikön ratatiimille.



Kuva 1. Raitiovaunu Erottajalla. [1.]

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Raitioliikenteen rataverkon pituus on yhteensä 112,3 km, josta linjarataa on 91,3 km. Raitioliikenteellä on kokonaan omaa kaistaa Helsingissä 54,6 km. Viihtyisyyttä lisäävää ja pölyä sitovaa ruohorataa on yhteensä 6,1 km. [1.]



Kuva 2. Raitioliikenneverkosto Helsingissä [2.]

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia raitiotieverkoston päällysrakenteita, laatia yleisiä ohjeita niiden rakentamiselle ja kunnossapidolle. Lisäksi tavoitteena on laatia alustavia työhjeita kesän 2013 asfaltinkorjausurakoihin ja määrittellä alustavat korjausmäärät. Korjausmäärien määrittelemisessä käytetään hyväksi raitiotieverkostossa suoritettuja laserkeilaus- ja kävelytarkastelumateriaaleja. Työhjeet laaditaan pitämällä palavereja yrityksessä.

Alustavien tutkimusten perusteella rataverkostossa huomattiin olevan kunnossapitoa haittaavaa korkeata asfalttia niin paljon, että on syytä toteuttaa mittavia asfalttipäällysteiden korjausurakoita.

Korkeaksi asfaltiksi luokitellaan sellainen alue, jossa kiskon viereinen asfaltti on 1 cm:n tai sitä korkeammalla kuin kiskon reuna. Korkeasta asfaltista on suurta haittaa muun muassa rataverkoston profiilihionnassa, kun hiomakiviä ei voi asettaa optimaalisiin kulmiin korkean asfaltin takia. Lisäksi uusissa vaunuissa tulee olemaan leveämpi pyörä, jolloin korkea asfaltti tulisi kuluttamaan pyöriä todella paljon ja nostaisi kustannuksia pyörien uusimisen takia merkittävästi. Korkeasta asfaltista on haittaa myös muussa kunnossapidossa ja eritoten talvella kun vaunun ja maan väliin jää liian vähän tilaa.

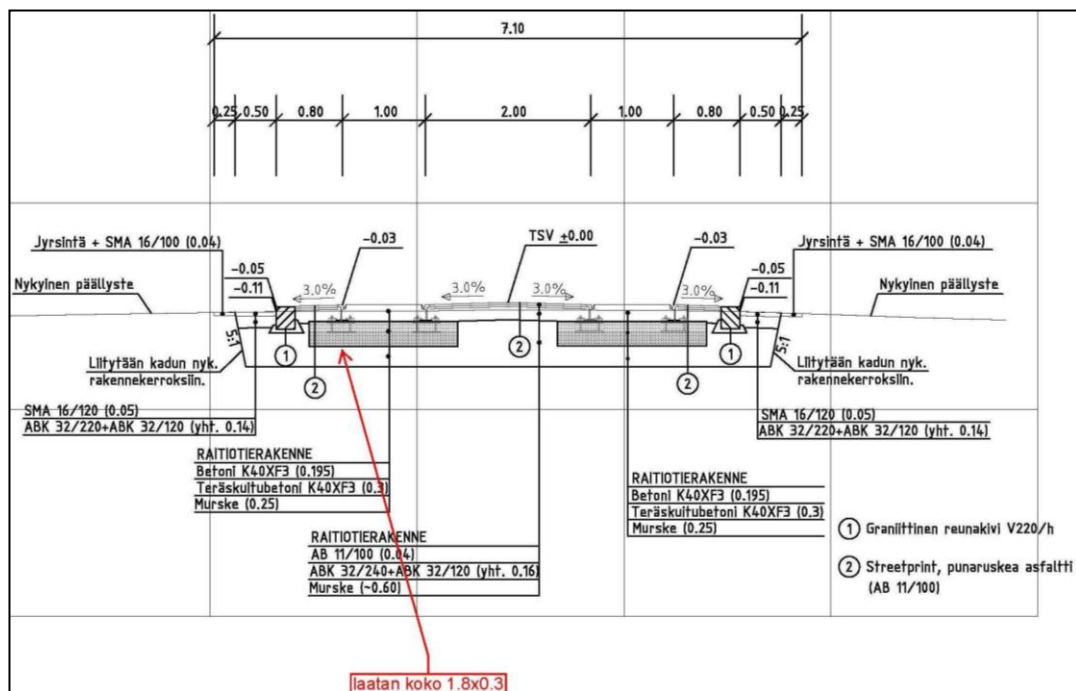
1.2 Työn rajaus

Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain raitioliikennealueiden päällysrakenteita ja kunnossapitomenetelmiä, jättäen pois kokonaan metrolikenteen. Lisäksi työssä keskitytään eritoten radan päällysrakenteista asfalttipäällystyksen ja siihen liittyvään korjausurakkaan sekä päällysrakenteiden kunnossapitomenetelmiin. Työstä rajataan pois myös nurmi-, noppa- ja nupukivipäällysteiset rataosuudet. Työssä ei myöskään tutkita raitiotien päällysrakenteen suoja- ja sähkölaitteita.

2 Radan päällysrakenne

Raitiotieradassa päällysrakenne koostuu tukikerroksesta, pohjalaatasta, pintalaatasta ja kiskoista. Pohjalaatan alapuoliset kerrokset ovat kadun rakennekerroksia. Raitiotien päällysrakenteeseen kuuluu:

- Raiteet, vaihteet, risteykset, kiskonkiinnitysosat, kiskon tukiosat ja väliraudat
- Radan tukikerros (betonipohjalaatta, sepelitoppaus)
- Raitiotien pintarakenne ja radan kuivatusjärjestelmä
- Raitiotien suojaruosteet ja laitteet
- Muut sähkönsyöttöön ja opastimiin liittyvät laitteet.



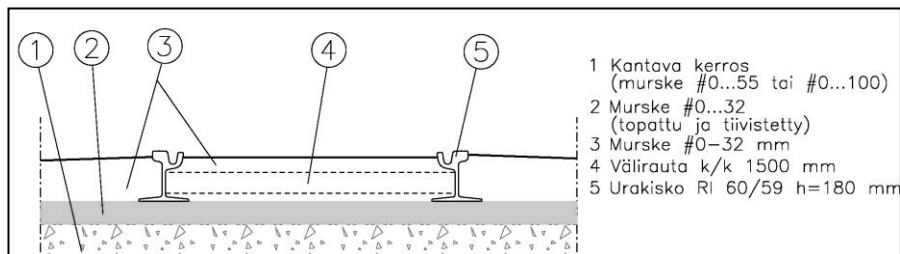
Kuva 3. Raitiotieradan rakenteellinen poikkileikkaus. [3.]

2.1 Radan tukikerrokset

Helsingin kaupungin liikennelaitoksen radat voidaan jakaa tukikerroksittain kahteen eri luokkaan. Alapuolella on tyyppipoikkileikkaukset molemmista ratkaisuista kuvaselityksineen.

2.1.1 Sepelitopparata

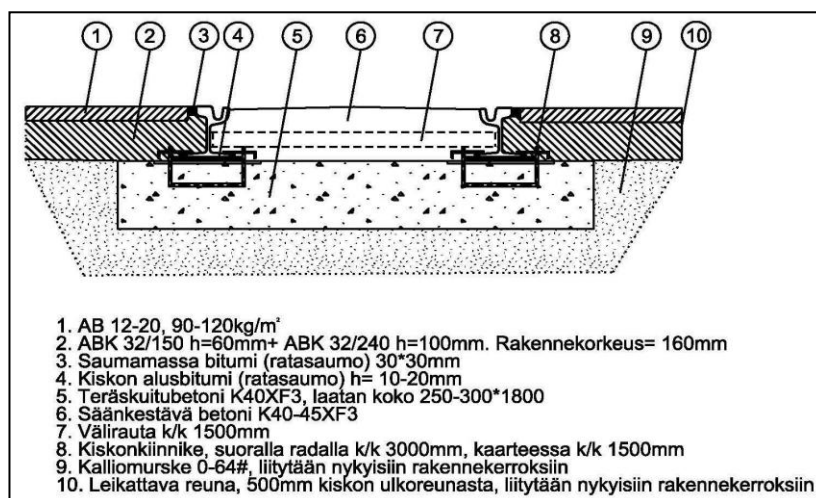
Sepelitoppausradassa tukikerroksena on mursketäyttö ja se sijaitsee kiskon alapuolella, topatun ja tiivistetyn murskeen alla.



Kuva 4. Puistokaturata mursketoppauksella. [3.]

2.1.2 Betonirata

Betoniradalla tukikerroksena on kalliomursketäyttö ja se sijaitsee betonilaatan alapuolella.



Kuva 5. Betonirata betonilaatalla [3.]

2.2 Sitomattoman kantavan kerroksen materiaalit ja tekeminen

Kantava kerros tehdään murskeesta, jonka raekoko on # 0 - 55 tai # 0 - 64. Pinta tasoitetaan murskeella, jonka raekoko on # 0 - 25 tai # 0 - 32.

Kantavan kerroksen tiiviysvaatimus on keskimäärin 97 %. Pienin yksittäinen koetulos saa olla 92 % ja pienemmät yksittäiset kantavuusarvot saavat jäädä enintään 30 % näiden vaatimusten alapuolelle. Kantavuusarvojen suhde (tiiviyssuhde E2/E1) saa olla enintään 2,2, paitsi silloin, kun E1 arvo on jo vähintään 50 % vaadittavasta E2 arvosta. Kantavuuskoe suoritetaan esimerkiksi levykuormituslaitteella.

Valmiin kantavan kerroksen pinnan suurin sallittu korkeuspoikkeama suunnitelman mukaisesta korkeudesta on 20 mm ja suunnitelman mukainen paksuus saa alittaa enintään 20 mm. Suurin sallittu poikkeama suunnitelman mukaisesta muodosta 3 m:n oikolaudalla mitattuna on enintään 20 mm.

Kantavan kerroksen tiiviysaste ja kantavuus todetaan poikkileikkauksittain jokaiselta alkavalta 50 ratametritä siten, että poikkileikkauksesta tehdään kaksi mittausta. Materiaalien kelpoisuus todetaan tarvittaessa rakeisuustutkimuksin.

2.3 Radan pohjalaatta

Pohjalaatan materiaalina käytetään betonia, jonka rasitusluokka on XF3 ja joka on vähintään lujuusluokan K40 kuitubetonia. Kuituna käytetään teräskuitua, jota on oltava vähintään 30 kg/m³. Betonin kiviaineksen maksimiraekoko on # 32.

2.3.1 Pohjalaatan rakentaminen

Ennen pohjalaatan valua kiskot asennetaan betonikuutioiden varaan ja säädetään suunniteltuun korkoon. Asennustoleranssi on – 15 mm ±5 mm. Vaihtoehtoisesti kisko voidaan asentaa oikeaan korkeuteen ja valetaan betoni 1-2 cm kiskon pinnan alapuolelle. Valumuottina voi käyttää maakaukaloa, betoniratapölkkyjä tai muottilevyjä. Betoni voidaan valaa kiskojen alapinnan tasoon ja betoni tiivistetään täryttämällä.

Betonin yläpinnan on täytettävä kaikissa muotitusratkaisuissa poikkileikkauksen vaatimukset. Pohjalaatan yläpinta on tasattava hiertämällä ja kiskouran puhdistus betoniroiskeista on tehtävä välittömästi valutöiden päätyttyä, jotteivät mahdolliset roiskeet pääse kovettumaan kiskon läheisyyteen, aiheuttaen haittaa kiskoprofiiliin.

2.3.2 Matalan laatan rakentaminen ja kiinnitys olemassa olevaan laattaan

Kun olemassa olevaa pohjalaattaa ei pureta, vanhan laatan pinta on puhdistettava ja pestävä. Lisäksi on käytettävä tartuntaa lisäävää ainetta, esimerkiksi Tarra-Povixia. Pohjalaatan on oltava ehjä ja yhtenäinen. Pohjalaatan ja korotuslaatan tulee olla yhteensä vähintään 300 mm paksu. Lisäksi korotusvalun korkeus on vähintään oltava 100 mm.

Kiskojanat kiinnitetään vanhaan laattaan juottamalla siihen halkaisijaltaan 20 mm kierretappi. Tapin on ulotuttava vanhaan betoniin poraussyvyyden oltaessa 200 - 220 mm.

2.3.3 Pohjalaatan laadunvarmistus

Valmiissa betonilaatassa pinta tulee olla puuhierretty. Laatan on oltava vähintään 300 mm paksu ja valmiin pohjalaatan yläpinnan tasaisuuden on mahdollistettava kiskon bitumoinnin tekemisen laatuvaatimusten mukaisesti. Pinnan tasaisuus tarkastetaan tarvittaessa oikolaudalla. Karhennetun betonipinnan tasaisuusvaatimus on 7 mm, 3 m:n oikolaudalla mitattuna.

2.4 Radan pintalaatta

Pintalaatan materiaalina käytetään notkistettua, vähintään lujuusluokan K40 XF3 betonia, lisäilmaa on oltava 4-6 %. Massan notkeuden on oltava S3 ja betonin tulee olla säänkestävää sekä kiviaineksen maksimiraekoko on #32. Yliajoissa, eli paikoissa, joissa ajoneuvoliikenne ylittää rata-alueen, on käytettävä K-50 lujuusluokan betonia.

2.4.1 Pintalaatan rakentaminen

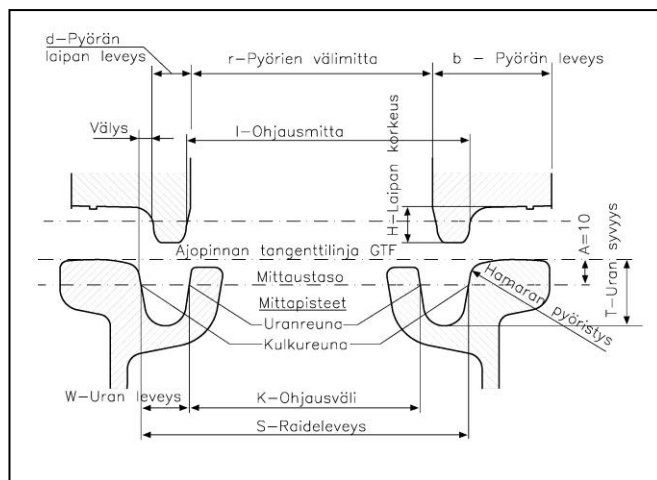
Betonimassa on täräytettävä sauvatäryttimellä ja tasoitettava urakiskon sisäreunan mukaisesti, suunniteltuun korkeusasemaan. Sauvatärytintä ei saa pitää liian kauan samassa paikassa, koska pintaan syntyy tällöin reikiä jälkeensä. Pinnan hiertämisen jälkeen märälle betonipinnalle on ruiskutettava jälkihoitoaine, joka estää betonin liian nopean kuivumisen ja se levitetään harjaamalla. Kiskouran puhdistus betoniroskeista on tehtävä välittömästi valutöiden päätyttyä.

2.4.2 Pintalaatan laadunvarmistus

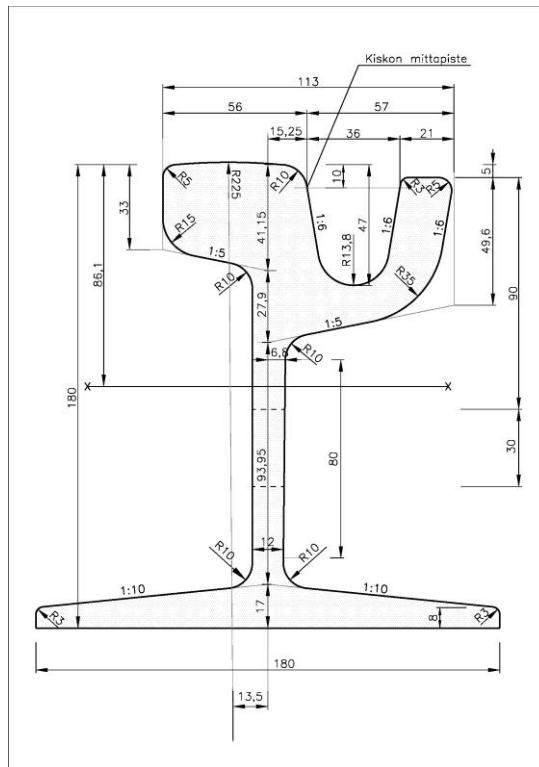
Valmiin pintalaatan pinta tulee olla harjattu betonipinta. Pinnan on oltava visuaalisesti viimeistelty, eikä siinä saa näkyä kuplien tms. jälkiä. Pinnassa sallitaan epätasaisuutta metrin matkalta maksimissaan 3 mm. Pinnan tasaisuus tarkastetaan tarvittaessa oikolaudalla.

2.5 Kiskot

Helsingin kaupungin rataverkostossa käytetään sisäkaarteen puolella kiskotyyppiä RI59 ja ulkokaarteen puolella kiskotyyppiä RI60. Kiskojen tulee täyttää materiaalin vetolujuus- murtovenymä- ja kovuuskokeet. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty RI60-kiskon mittalinjat ja päämitat. Kiskon kulumismuotoja ja kunnossapitomenetelmiä käsitellään tarkemmin luvussa 3.



Kuva 6. Pyörän ja urakiskon mittalinjat [3.]

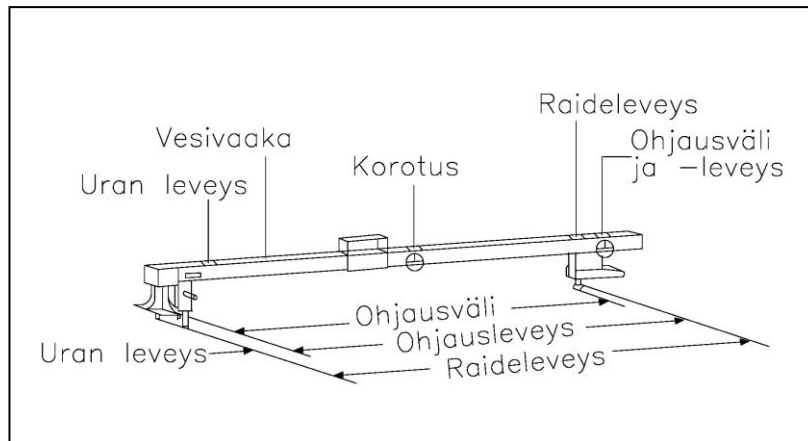


Kuva 7. Urakisko R160. Mitat ovat millimetreinä [3.]

2.5.1 Kiskojen raideleveys

Radan raideleveyden on oltava suoralla 1000 mm ja kaarteissa ($R < 50\text{m}$) 1002 mm. Mittaukset tehdään radan mittapisteestä. Mittapiste on 10 mm ajokiskon tangenttilinjan alapuolella (kuva 6).

Suoralla rataosalla raideleveyden asennustoleranssi on $-1\text{ mm} \dots 2\text{ mm}$ ja kaarteissa $0\text{ mm} \dots +2\text{ mm}$. Radan raideleveys mitataan raideleveyden mittalaitteella (kuva 8). Raideväli ja radan korkeusaseman mittaukset suoritetaan vähintään 10 ratametrin välein.



Kuva 8. Raidelevyden mittalaite [3.]

2.5.2 Valmis raide ja raiteen asennustarkkuus

Raiteen asennustarkkuuteen on kiinnitettävä huomiota seuraavien mittojen osalta: Ison välin tulee olla noin 2000 mm leveä. Pysäkin kohdalla etäisyys reunatukeen on oltava vähintään 750 mm ja korkeusero ajopinnasta 270 mm. Raidevälin asennustoleranssi on +30 mm – 10 mm. Mittaukset tehdään radan mittapisteestä. Raiteen mitat ja sallitut poikkeamat uudelle tai peruskorjatulle radalle on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Raiteen mitat ja sallitut poikkeamat uudelle tai peruskorjatulle radalle [4.]

Raiteen mitta	mm
Nimellinen raideleveys (S), suora raide uutena	1000
Raidelevyden rakennustoleranssi	± 2,0
Vaihteiden raidelevyden rakennustoleranssi	±1,0
Laippauran leveyden valmistustoleranssi	0 /+1,0
Pystygeometria	± 3,0
Vaakageometria	± 3,0
Kallistuspoikkeama/kiertymä 3,5 m:n matkalla	± 2,5
Hitsattu jatko sivuttain ja pystysuunnassa 1 m:n matkalla	0/+1,0

2.5.3 Kiskojen käsittely

Työmaalla on huolehdittava kiskon kuljetuksen riskittömyydestä ja huolellisesta käsittelystä. Ennen kaikkea nostettaessa on huolehdittava, että käytetään hyväksytyjä nostolaitteita ja -välineitä. Kiskon liiallinen taipuminen vältetään suorittamalla nosto puomilla tai kaksipistenostona.

2.5.4 Raiteen laadunvarmistus

Ratageometriassa tai kiskon kiinnityksessä ei saa olla havaittavia poikkeamia suunnitelmaan verrattuna. Lisäksi ratageometriassa on vastattava suunnitelmissa ilmoitettuja kaarresäteitä, kallistuksia ja korkoja.

Janan vaihdossa uusi kisko liitetään väliaikaisesti vanhaan kiskoon sidelistalla, joka tasaa mahdollisen korkoeron uuden ja vanhan kiskon välissä. Jos sopivasti nostavaa sidelistaa ei ole käytössä, on varmistettava, että niin sanottu lyönti on myötäinen ajosuuntaan nähden, jolloin kiskon pää ei pääse vahingoittumaan. Sidelistat tulee kiinnittää vähintään yhdellä pultilla ja yhdellä pikakiinnikkeellä.

2.6 Asfalttipäällysteiden materiaalit

Kulutuskerroksen asfalttibetonin (AB), epäjatkuvan asfaltin (EA), kivimastixiasfaltin (SMA), avoimen asfaltin (AA), pehmeän asfalttibetonin (PAB) ja valuasfaltin (VA) materiaalivaatimukset ovat julkaisun "Asfalttinormit 2011" mukaiset.

Jos suunnitelmissa tai asiakirjoissa ei ole muuta mainittu, käytetään rata-alueella kulutuskerroksen asfalttityyppinä yhdistettyä rakennetta (ABK 32/240 + ABK 32/120). Kulutuskerroksen kerrospaksuus on 160 mm. ja tämän alla käytetään asfalttibetonia (AB 12–20, 90–120 kg/m²), jonka kerrospaksuus on 35 mm.

Tämän lisäksi voidaan kulutuskerroksena käyttää asfalttia (AB 12–20, 90–120 kg/m²), jonka kerrospaksuus on 35 mm tai KBVA 16/90+karkeutus, tai SMA-massoja. [3.]

2.7 Asfalttipäällysteiden laadunvarmistus

Valmiissa asfalttipäällysteessä sallitaan seuraavat mittapoikkeamat, mikäli ne eivät haittaa rakenteen toimivuutta tai ulkonäköä:

- päällysteen osien sijainti ja korkeusasema 0 mm - 20 mm
- pituussuunnassa 5 metrin oikolaudalla mitattuna 7 mm
- poikkisuunnassa 3 metrin oikolaudalla mitattuna 4 mm.

Päällystenäytteiden ja -materiaalien testaukseen tulee käyttää asfalttinormien hyväksymää laboratoriota. Kulutuskerroksen poikkileikkauksen toteamiseksi työn aikana tehtävistä tarkemittauksista tulee voida todeta kerroksen muoto ja asema vähintään 10 metrin välein.

Asfaltista otetaan poranäytteitä päällystystyön pinta-alan koon mukaan seuraavasti:

- päällystetty pinta-ala $< 100 \text{ m}^2$ 1 poranäyte
- $100 \text{ m}^2 \leq$ päällystetty pinta-ala $< 300 \text{ m}^2$ 1 poranäytesarja
- $300 \text{ m}^2 \leq$ päällystetty pinta-ala 2 poranäytesarjaa.

Mikäli tutkittu koekappale tai näyte ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, jota kyseinen koetulos edustaa, sitä materiaalierää ei käytetä rakentamiseen ennen lisäselvityksiä. Ennen hylkäämispäätöksen tekemistä voidaan vaatimukset täyttämätöntä koetta kohti tehdä kaksi uutta koetta. Vain mikäli molemmat uudet koetulokset täyttävät asetetut vaatimukset, koetulosten edustamaa materiaalierää voidaan käyttää rakentamiseen. Materiaalille suoritettujen parantamis- tai korjaustoimenpiteiden jälkeen sen kelpoisuus on osoitettava kahdella uudella kokeella.

Laadunvalvonnassa tehtävien kokeiden ja tarkastusten määrää lisätään, jos silmämääräisessä tarkastelussa huomataan materiaalin laadun muuttuneen. Kulutuskerroksessa (valmiissa päällysteessä) ei saa olla silmämääräisessä tarkastuksessa havaittavia poikkeamia suunnitelmaan verrattuna. [3.]

2.8 Kiskokaivot

Kiskokaivot asennetaan suunniteltuihin paikkoihin. Urakiskon pohjaan porataan kaivon kohdalle 3-4 kappaletta halkaisijaltaan 19,0 mm kokoiset reiät. Reikien väliset kannakset sahataan tai hiotaan pois, jolloin uran pohjalle muodostuu noin 75 mm pitkä reikä.

Kiskokaivot liitetään sakkapesälliseen tarkastus- tai hulevesikaivoon, joka liitetään HSY:n (Helsingin seudun ympäristöpalvelut) verkostoon joko tarkastuskaivon kautta tai liittymällä suoraan runkoputkeen. [4.]

2.8.1 Kiepe-kaivo

Kiepe-kaivo on vastavaihteen sähkökääntötunnistimen kaivo. Kaivo koostuu pohjalaatikosta ja kannesta. Kaivon paikka on 10 metriä vaihteenkielen kärjestä. Kiepekaivorenkään yläpinta asennetaan noin 10 mm raiteiden alapinnan alapuolelle keskiteysti raiteiden väliin. Kiepe-kaivon pohjassa on sähkö- ja sadevesiputken liitos valmiina.

Vaiheohjauskeskuksen ja Kiepe-kaivon välille asennetaan PVC TEL-B - sähköputkitus (50 mm x 2,0 mm x 6000 mm). Sähköputki asennetaan noin 700 mm - 500 mm syvyyteen asfaltin pinnasta.

Viemäröintiputkitus tehdään halkaisijaltaan 110 mm olevalla PVC MUHVI - putkella. Sähköputken pää asennetaan noin 100 mm korkeammalle kuin viemäröintiputki. Putkien ympärille asennetaan 150 mm:n kerros rakennushiekkaa. Kiepe-kaivorenkään viemäröinti tehdään vaihteiden välissä olevaan kokoojakaivoon. [3.]



Kuva 9. KIEPE-kaivo asennettuna ennen pohjalaatan valua

3 Päälysrakenteen kuluminen ja kunnossapitotehtävät

Tässä luvussa tutkitaan rata-alueen päälysrakenteen kulumiseen liittyviä tekijöitä sekä esitellään Helsingin kaupungin liikennelaitoksen merkittävimmät päälysrakenteen kunnossapitotehtävät.

3.1 Asfalttipäällysteiden paikkaustyö

Rata-alueen ja pysäkin päällystetyllä osuudella ei saa esiintyä liikennettä haittaavia reikiä, halkeamia tai purkautumia. Liikenteelle vaaraa aiheuttavat tai ihmisten turvallisuutta vaarantavat päällystevauriot tulee korjata välittömästi vaurion havaitsemisesta. Mikäli vauriokohta aiheuttaa vaaraa liikenteelle ennen korjaamista, se tulee merkitä varoittavin liikennemerkkein ja suojalaittein.

Asfalttipäällysteen paikkaustyöhön ryhdyttäessä paikataan kaikki korjauskohdan läheisyydessä, rata- ja pysäkkialueella esiintyvät päällystevauriot. Kylmämassapaikkauksella korjattu kohta tulee uusaa kuumamassalla tai kiskonvierusvaluasfaltilla viimeistään seuraavan päällystyskauden aikana.

Paikattava alue ja sen reunat on puhdistettava irtomateriaalista. Kiinteää sitomatonta alapuolista kerrosta ei ole syytä purkaa. Paikattaessa kuumamassalla märkä alusta ensin kuivataan ja sidotun alustan päälle levitetään asfalttiliima. Työn jälkeen kadulle levinnyt irtonainen aines on korjattava pois. Jalankulkualueilla paikan pinta peitetään ohuesti suojahiekalla.

Kiskojen vieruspaikkaus tulee tehdä aina (KBVA) valupaikkauksena. Kuumamassan tiivistäminen tehdään normaalisti valssiyrällä. Pienten paikkausten ollessa kyseessä voidaan tiivistäminen suorittaa myös tärylevyllä tai siihen muuten soveltuvalla menetelmällä.

Talvella tehdyt väliaikaiset paikkaukset tulee uusida seuraavan päällystyskauden aikana.

[5.]

3.2 Kiskon kuluminen

Raitiokiskoihin kohdistuu kahdenlaista kuluttavaa rasiutusta, hiovaa ja iskevää. Hiovaa kulutusta tapahtuu lähinnä kiskon ajopinnassa, ajoreunassa sekä uranreunassa. Iskevää kulutusta tapahtuu lähinnä ajopinnassa sekä risteysalueilla ristikkokiskon uranpohjassa.

Kiskon kulumismuotoja on ajoreunan, uranreunan, ajopinnan sekä risteysalueilla uranpohjan kuluminen. Kulumisnopeuteen vaikuttaa paitsi kaarteiden säde, myös radan raideväli, kallistukset ja jatkoshitsaukset. Myös ajonopeus ja vaunun pyörien ja niiden tuennan kunto vaikuttavat kulumisnopeuteen.

3.2.1 Ajoreunan kuluminen

Kiskon ajoreuna kuluu pääasiassa ratakaarteissa, mutta yleensä se jatkuu vielä hyvän matkaa suoralla, kaarteiden jälkeen, niin pitkän matkaa kun sivuttaiset voimat vielä vaikuttavat vaunun kulkuun kaarteesta poistuttaessa.

Kulumisen lisääntyttyä yli 6 mm:n, alkaa ajoreunaan muodostua ”hylly”, joka tarpeettomasti kuluttaa vaunun pyöränlaippoja. Huomioitava on myös samanaikainen kuluminen sisemmän kiskon uranreunassa.



Kuva 10. Kulunutta ajoreunaa

3.2.2 Uranreunan kuluminen

Kiskouran reuna kuluu pääsääntöisesti kaarteiden sisemmästä kiskosta. Kuluminen johtuu liian suuresta raidevälistä, liian pienestä pyörävälistä vaunussa, tai pienestä kaarresäteestä radassa. Vuonna 2008 HKL kokeili ensimmäisen kerran kaarteiden sisempänä kiskona Ri59-kiskoprofiilia, jossa uranleveys on 5 mm suurempi, kuin Ri60-profiilissa. Kokeilu osoittautui onnistuneeksi, ja nyt Ri59-profiilia käytetäänkin kaikissa ratakaarteissa sisempänä kiskona. Ri59-profiilin yleistyessä ratakaarteissa, vähenee vaununpyörien laipan sisemmän sivun kuluminen oleellisesti, ja näin ollen myös kitkan aiheuttama melu vähenee.

Risteysalueilla vaihteissa sekä raideristeyksissä ristikkokiskon kiskoura on kapeampi kuin Ri60-kiskoprofiilissa. Näissä osissa rataverkoston vaunun pyörän laippa ottaa ohjauksen sekä uran ulko- että sisäreunasta.



Kuva 11. Kulunutta uranreunaa

3.2.3 Riffeli

Riffeli on aaltomaista epätasaisuutta, jota muodostuu kiskon ajopinnalle. Riffelin muodostuminen alkaa usein vaihteiden ja raideristeyksien alueella. Myös suorilla rataosuuksilla riffeliä muodostuu. Tällöin riffelin muodostumista edesauttaa epäonnistunut jatkoshitsaus, jossa jatkoksen alue on liian kupera tai kovera, tai vaunun jarrutukset, joissa pyörä on lukkiutunut.

Näissä "lukkojarrutuksissa" vaunun pyörän ajopintaan muodostuu usein taso. Edellä mainituissa jarrutuksissa voi kiskon ajopinta muokkaantua, joka näin edesauttaa riffelin muodostumista. Riffelin muodostumiseen voi vaikuttaa myös perustuksistaan irti oleva rata, tai liian pehmeä perustus (topatut rataosuudet).

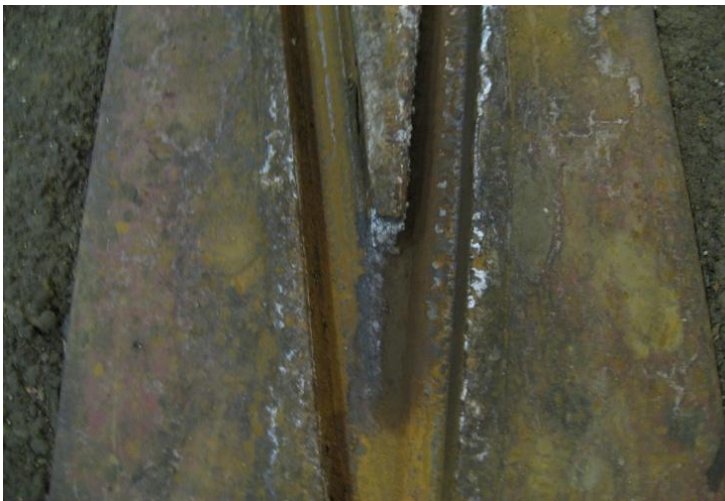
Pienet, alkavat riffelit voi poistaa hiomavaunulla, mutta kuluman ollessa yli 0.2 mm, hionta täytyy suorittaa asianmukaisella ratahiomakoneella.



Kuva 12. Riffeli

3.2.4 Risteyskärjet ja urat

Risteyskärjet kuluvat vaihteissa sekä raideristeyksissä paitsi sivuiltaan, myös päältä. Tämän aiheuttaa joko liian syväksi kulunut risteysura, tai liiaksi kulunut pyöränlaippa.



Kuva 13. Vaurioitunut risteyskärki

Kiskouran pohja kuluu risteysalueilla vaunun pyöränlaipan vaikutuksesta. Vaunun pyörä nousee nousuramppia (1:100) pitkin ristikkouraan, ja kulkee tässä osassa risteystä pyöränlaipan ulkokehän varassa. Liian kuluneessa ristikkokiskon urassa, pyörä kulkee ajopinnan, eikä pyöränlaipan varassa, niin kuin tarkoitus on. Tällöin pyörän tullessa risteysurien leikkauskohtaan pyörä putoaa ajettavan sekä leikkaavan uran risteyskohtaan ja aiheuttaa kovan lyönnin. Lyönti vaikuttaa vahingollisesti kiskoon, mutta myös risteysalueen perustuksiin ja vaunun rakenteisiin.



Kuva 14. Kulunut risteysura

3.3 Kiskon kunnossapitohitsaus

Kunnossapitohitsauksen tarkoitus on paitsi palauttaa kiskon alkuperäinen profiili, myös parantaa kiskon kulutuskestävyyttä. Kunnossapitohitsauksella (kovahitsauksella) voidaan kiskon käyttöikää jatkaa oleellisesti, ja näin ollen pidentää kiskon käyttöikä. Hitsausmenetelminä kunnossapidossa käytetään puikkohitsausta, täytelankahitsausta sekä jauhekaarhitsausta.

3.3.1 Ajoreuna

Ajoreuna tulee täytehitsata, kun se on kulunut n.5-6 mm alkuperäisestä muodostaan. Kulumisen lisääntyttyä yli 6 mm:n, alkaa ajoreunaan muodostua ”hylly”, joka tarpeettomasti kuluttaa vaunun pyöränlaippoja säteittäisesti. Huomioitava on myös samankainen kulumisen sisemmän kiskon uranreunassa. Täytehitsauksen jälkeen ajoreuna sekä ajopinta hiotaan alkuperäiseen muotoonsa.

3.3.2 Uranreuna

Uranreuna täytehitsataan lähinnä kaarteissa risteysalueilla. Risteysalueilla vaihteissa sekä raideristeyksissä ristikkokiskon kiskoura on kapeampi kuin Ri60-kiskoprofiilissa. Näissä osissa rataverkosta vaunun pyörän laippa ottaa ohjauksen sekä uran ulkoettä sisäreunasta. Täytehitsaus tulee suorittaa viimeistään noin 4 mm:n kulumisen jälkeen. Hitsauksen jälkeen uranreuna hiotaan alkuperäiseen muotoonsa.

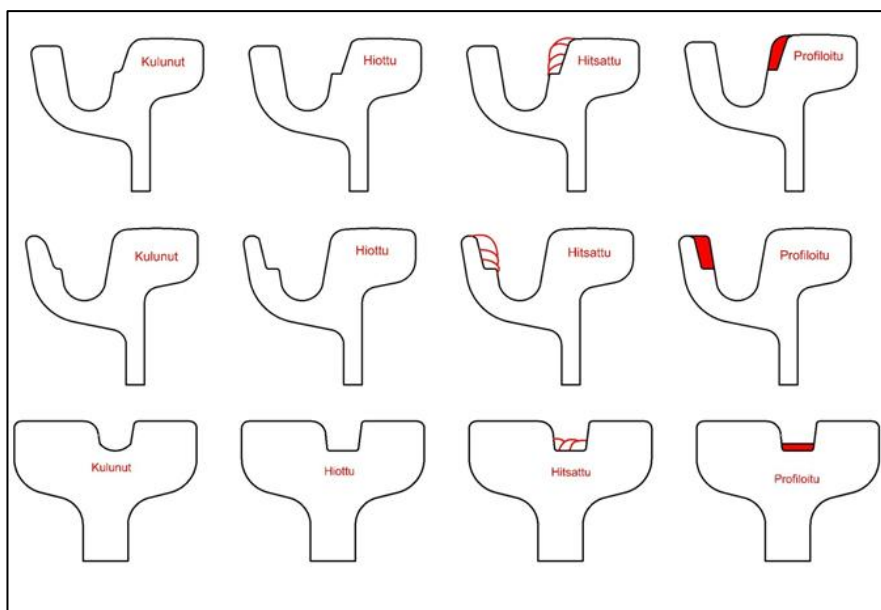
3.3.3 Risteyskärjet ja urat

Risteyskärkien korjaus tapahtuu poistamalla iskuista muokkaantunut perusaine hiomalla. Tämän jälkeen kärki täytehitsataan, jonka jälkeen kärki hiotaan alkuperäiseen muotoonsa. Kuluneen kärjen alkuperäinen kohta löytyy esim. kapeata teräslinjaaria käyttäen. Laskennallinen kohta on kahden ajoreunan leikkauspiste, josta vähennetään n.10-20 mm leikkauskulman mukaan, jotta kärjestä ei tulisi liian terävä.

Risteysuran syvyys on kulumattomana 16 mm, se tulee täytehitsata viimeistään uran syvyyden ollessa 19mm. Hitsauksen jälkeen uran pohja hiotaan niin, että uran syvyys on hionnan jälkeen 16 mm.

3.3.4 Kunnossapitohitsauksen työvaiheet

Ennen hitsausta hiotaan muokkaantunut noin 2-3 mm materiaali pois kiskon pinnasta. Tämän jälkeen suoritetaan hitsaus, jonka jälkeen kisko profiloidaan hiomalla.



Kuva 15. Yllä olevassa kuvassa on esitetty kunnossapitohitsaukset eri työvaiheet

3.3.5 Hitsausmenetelmät

Hitsausmenetelmistä HKL käyttää ratojen kunnossapidossa jauhekaari-, täytelanka- sekä puikkohitsausta.

Jauhekaarimenetelmällä täytehitsataan kiskon ajoreunaa, sekä uranreunaa. Jauhekaarimenetelmää käytettäessä hitsaustyö tapahtuu aina hitsausautomaattia käyttäen.

Täytelangalla (kaasuton) hitsataan risteysuran pohjia käsihitsauksena tai hitsausautomaattia apuna käyttäen. Myös pienimuotoiset korjaushitsaukset esim. ajoreunaan, voidaan suorittaa täytelankahitsauksena.

Puikkohitsausta käytetään lähinnä täytelangan sijaan ristikkokiskon pohjien sekä risteyskärkien korjaushitsaamiseen. Myös pienimuotoiset korjaushitsaukset esimerkiksi ajoreunaan voidaan suorittaa puikkohitsauksena. Huonon tuotto-ominaisuuden vuoksi puikkohitsauksena ei kannata suorittaa kuin vähäisiä hitsauksia kunnossapidossa.

3.3.5.1 Jauhekaarihitsaus

Jauhekaarihitsaus tunnetaan omalla käyttöalueellaan tuottavimpana sekä vähiten savua ja säteilyä tuottavana menetelmänä. Siinä on suuri hitsausnopeus, toimintavarmat

hitsauslaitteet, hyvä hitsausparametrien kontrollointimahdollisuus sekä tasainen ja hyvä hitsin laatu.

Jauhekaarihitsaus on koneellinen hitsausmenetelmä ja sille on ominaista se, että hitsaukselle tarpeellinen lämpöenergia kehittyy valokaareissa, joka on työkappaleen ja päällystämättömän, tavallisesti jatkuvan langan välillä sekä se, että hitsaustapahtumaa suojaa ilmakehän haitalliselta vaikutukselta jauhe. Hitsausjauheesta osa muodostaa suojaavan kuonasulan ja osa kiinteän kuonakerroksen.

Lisäainelankaa syötetään jatkuvasti koneellisesti lankakelalta langansyöttölaitteen avulla kosketus-suuttimen läpi valokaareen. Hitsausvirta johdetaan lankaan virtasuuttimessa, joka on välittömästi valokaaren yläpuolella.

Hitsausjauhe syötetään valokaaren eteen, tai keskeisesti langan ympärille putkea myöten jauhesäiliöstä. Valokaari palaa ontelossa, joka on kaasujen ja metallihöyryjen täytetty. Jäähdyvää hitsipalkoa peittää jähmettyneen kuonan muodostama kiinteä kuonakerros, joka joudutaan poistamaan hitsauksen edetessä, tai sen päättyttyä.

Hitsausjauhe ja syntynyt kuona toimivat tehokkaina lämmöneristäjinä ja säteilyn estäjinä. Käytettävästä energiamäärästä tulee tästä syystä suurempi osa hitsaustapahtuman hyväksi kuin menetelmissä, joissa valokaari on avoin.

Jauhekaarilaitteiston pääosat ovat hitsausvirtalähde, hitsauslaite ja mahdollinen hitsausapulaite. Hitsauslaitteistoon kuulu mm:

- Hitsauspää
- Hitsauspään asennuslaite (luistit)
- Langansyöttö- ja langanoikaisulaitteet
- Jauheensyöttölaite
- Ohjausyksiköt.



Kuva 16. Jauhekaariautomaatti

3.3.5.1.2 Täytelankahitsaus

Täytelankahitsausmenetelmää käytetään ratojen kunnossapidossa lähinnä uranpohjien (ristikot) ja risteyskärkien täytehitsaukseen. Myös pienempimuotoiset ajoreunan ja uranreunan täytehitsaukset on nopea tehdä täytelankamenetelmällä, sillä siinä ei tarvita raskaita laitteistoja eikä aikaa vieviä asetuksia.

Täytelankakahitsaus ei nimestään huolimatta merkitse ”täyttöhitsausta”, vaan menetelmän nimi juontuu lisäaineen rakenteesta. Täytelanka on ikään kuin käänteinen versio hitsauspuikosta. Siinä palotapahtumassa hitsiin sekoittuvat seosaineet sekä palotapahtumaa suojaavat aineosat on langan sisällä, eikä päällä niin kuin hitsauspuikossa.

Täytelanka on hitsauspuikon lailla erittäin arka ilmankosteudelle, joten se tulee säilyttää asianmukaisesti kuivana. Sitä ei voi hitsauspuikon lailla jälkikuivata, koska kostuessaan täyte tiivistyy ja paakkuuntuu langan sisällä, jolloin jauhe ei jakaannu tasaisesti langan sisällä. Palotapahtumassa kosteus (vety) muodostaa rakkuloita hitsiin, jolloin hitsin laatu kärsii.

3.3.5.1.3 Puikkohitsaus

Menetelmänä puikkohitsaus on ratojen täytehitsaukseen huono valinta. Ainoastaan risteyskärkien täytehitsauksessa menetelmä puolustaa paikkansa. Siinä on täytelanka ja jauhekaarhitsaukseen verrattuna huono tuotto sekä puikonvaihtoja ja kuonan poistoa, joten aika/tuotto on huono.

3.4 Kiskon profiilihionta

Profiilihionnalla pyritään ennaltaehkäisemään ja korjaamaan kiskon kulumisista. Kiskon pinnassa esiintyvien vikojen poistamisen lisäksi kiskonhionnalla muutetaan kiskon profiilia. Profiilin muuttamisella pyritään optimoimaan pyörä-kisko-kontakti siten, että kiskon kuluminen ja/tai väsyminen on mahdollisimman vähäistä.

Myös uusia, vasta rataan asennettuja kiskoja hiotaan. Tällaista ennakoivaa hiontaa tehdään kiskojen kulkupinnan tasaisuuden parantamiseksi, halutun profiilin saavuttamiseksi sekä hiilenkatokerroksen ja mahdollisen valssaushilseen poistamiseksi.

3.4.1 Kalusto

Ratahioma-auto on kevyen kuorma-auton kokoluokkaa oleva ajoneuvo. Autossa on hydrostaattinen voimansiirto myös normaaleille ajopyörille, joten sen huippunopeus on vain n.40 km/h ”siirtymätaipaleilla”, mikä riittää normaalin kaupunkiliikenteen mukana pysymiseen siirryttäessä työkohteeseen kaupunkialueella. Pidemmät matkat auto kuljetaan kuljetuslavetilla työkohteen lähistölle.



Kuva 17. Goldschmidt Thermit Railservicen kiskoprofiilin hionta-auto Koskelan varikolla. [6.]

3.4.2 Hiontamenetelmä

Työkohteeseen tultuaan ajoneuvo paikoitetaan kiskoille, jonka jälkeen se nousee hydraulisesti auton alustasta tulevien kiskopyörien varaan. Hioma-autossa on molemmin puolin kolme, toisistaan riippumattomasti ohjattavaa hiomakiviparia. Lieriöhiomakiviä on yhteensä siis 12 kpl. Ajoreunan pyörityksen uudelleenmuotoilun mahdollistaa maksimissaan 72° kääntyvät hiontayksiköt (rillin puoli).

Yhdessä yössä, olettaen ettei kiskoilla ole liikennettä, laite pystyy profiloimaan n. 350–650 kiskometriä, materiaalin poiston ollessa n.0.3-0.5 mm. Materiaalin poiston ollessa 0.5-1.0 mm kiskometrejä tulee n.300.



Kuva 18. Kiskoprofiilin hionta-auto toiminnassa Pohjolankadulla [7.]

Uudelleenprofiloinnin hyötynä ei ole ainoastaan mahdollisen riffelin poistuminen. Oikean muotoinen ajopinta keskittää (suorilla rataosuuksilla) vaunun kulkemaan kiskojen välissä niin, että pyörän laipan sivut ei ole kontaktissa kiskon ajoreunaan.

Uudelleenprofilointi palauttaa kiskon ajopinnan alkuperäiseen profiiliinsa. Tästä on merkittävää etua. Se vähentää esimerkiksi:

- Ajomelua ympäristöön

- Rasituksia vaunun rakenteille
- Vaunun pyörien ajopinnan muotoutumista/kulumista
- Rasituksia radan perustuksille
- Rasitusta kiskolle
- Vierintävastusta
- Vaunun ”seilaamista” ajoreunojen välillä.

3.4.3 Profiilimittaukset

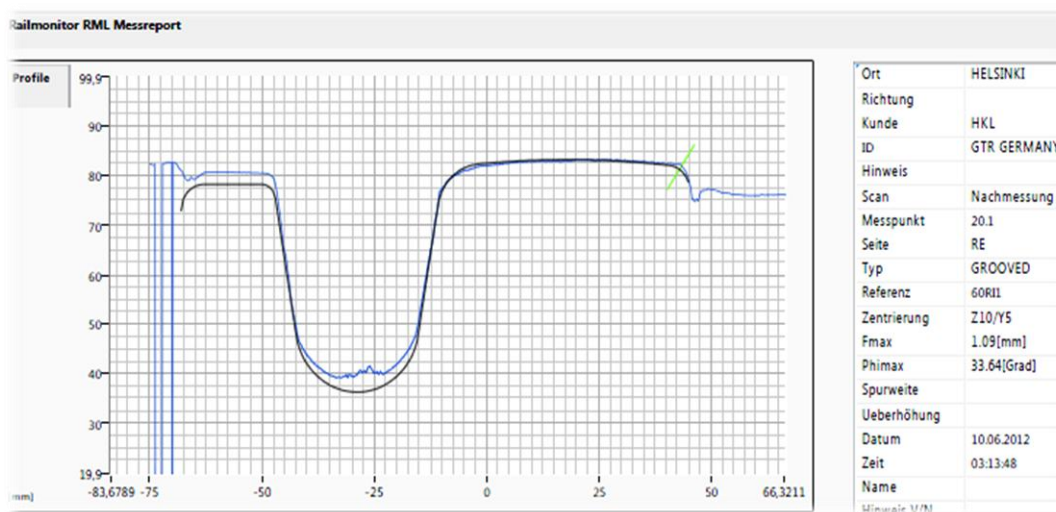
Etenkin, mikäli hiontaa ei ole aiemmin tehty, on hiottavan kiskon profiili mitattava ennen hiontaa tavoiteprofiilin saavuttamiseksi. Vertaamalla mitattua ja tavoiteprofiilia keskenään, saadaan hiontatarve määritetyksi. Kun tiedetään, kuinka paljon miltäkin kohdalta materiaalia on poistettava, voidaan hiontaparametrit, kuten hiontakivien kulmat ja voimat määrittää sellaisiksi, että tavoiteprofiili saavutetaan. Mikäli hiontaa tehdään pintavaurioiden poistamiseksi, on niiden syvyys selvitettävä ennen hiontaa.

Kiskon profiili on tarpeen mitata myös hionnan jälkeen, jotta voidaan varmistua tavoiteprofiilin saavuttamisesta. Mikäli hionnalla pyrittiin poistamaan pintavaurioita, on pinta tutkittava pintavaurioiden poistumisen varmistamiseksi.

Kuvassa 19 on esitetty eräänlainen mittauslaite profiilin määrittämiseksi ja kuvassa 20 on laitteesta saatu esimerkkimittaustulos kiskon profiilista profiilihionnan jälkeen.



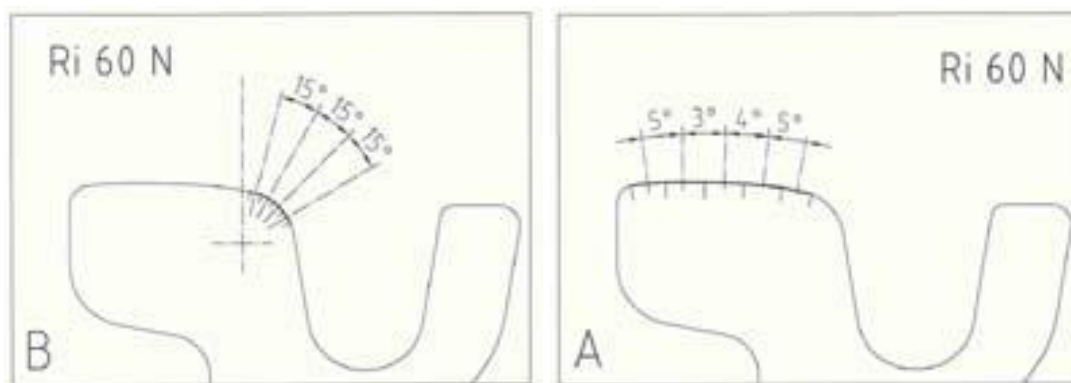
Kuva 19. Profiilinmittauslaite, Railmonitor [8.]



Kuva 20. Esimerkkinä mittaustulos kiskoprofiilista Arabiassa. Musta viiva kuvaa oletusprofiilia ja sininen viiva profiilia hionnan jälkeen.

3.4.4 Korkeasta asfaltista aiheutuva haitta profiilihionnassa

Kuvassa 21 on esitetty, kuinka ajopinnan profiilin uudelleen muotoilu vaatii hionnan useasta eri kulmasta. Korkeiden asfalttien takia hiomakivien asettaminen oikeisiin kulmiin ei ole läheskään joka paikassa rataverkostoa mahdollista, jonka takia profiilihionnasta ei saada kaikkea hyötyä irti. Asfalttien tulisi olla kiskon reunan tasolla, jotta profiilihionta olisi tehokasta niin kustannusten, kuin myös oikean profiilin saavuttamisen kannalta.



Kuva 21. Yllä olevista kuvista näkee, että ajopinnan profiilin uudelleenmuotoilu vaatii hionnan useasta eri kulmasta.

3.5 Muut kunnossapitotehtävät

Muita kunnossapitotehtäviä, joita tässä työssä ei käsitellä ovat:

- Sorapäällysteisten väylien kunnossapito
- Pölynsidonta
- Vaihteiden kunnostus
- Ylläpitotehtävät, kuten kiskojen rasvaus, putsaaminen jne.

4 Päälysrakenteen kunnan tutkiminen

4.1 Laserkeilaus

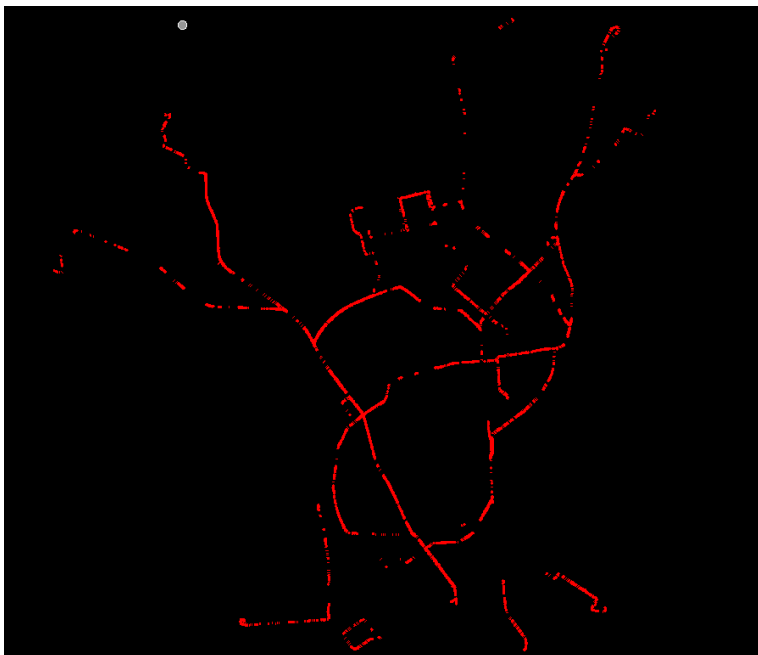
Toukokuussa 2011 suoritettuna laserkeilauksen tavoitteena oli kerätä laserkeilauksella vähintään 5 cm:n tarkka kolmiulotteinen pistepilvi koko Helsingin raitiotieverkostosta. Laserkeilaus kesti kaikkiaan neljä päivää, jonka aikana mittauksista kerättiin yhteensä n. 15 miljardia pistettä ja 20 000 kuvaa.



Kuva 22. Laserkeilauslaitteisto asennettuna vaunun katolle [9.]

Laserkeilauksen yhteydessä liian korkealla kiskon vieressä olevaa asfalttia voitiin hakea etsimällä kiskon vieressä liian korkealla olevia laserpisteitä. Liian korkealla olevien pisteiden avulla korkean asfaltin kohdista tehtiin alustavat merkinnät Microstationin kuvatiedoston vektoreiksi.

Lopputuloksena saatiin paikannettua alueet, joissa asfaltti on vähintään 1 cm:n kiskon yläpuolella. Laserkeilauksen perusteella koko rataverkostosta peräti n. 80 % on luokiteltavissa korkeaksi asfaltiksi. [9.]



Kuva 23. Laserkeilauksen perusteella punaisella merkityissä paikoissa on korkeaksi luokiteltavaa asfalttia

4.2 Kävelytarkastelut

Raitiotieverkoston kävelytarkastukset suoritettiin alku syksystä 2012. Niiden tarkoituksena oli saada alustavaa tietoa asfalttikorjauksen laajuudesta ja kustannuksista. Kävelytarkastelut suoritettiin neljän hengen ryhmässä, jossa oli mukana kirjuri, mittaja ja kaksi henkilöä tekemässä havaintoja. Kun havaittiin korjaustarvetta rata-alueella, kirjuri kirjasi ylös korjattavan kohdan ja korjaustarpeen sekä mittajan ilmoittaman metrimäärän kultakin vaihteelta.

Kävelytarkastelujen jälkeen tiedot merkattiin Excel-taulukkoon, jonka avulla pystyttiin rajaamaan eri alueet ja niihin tarvittavat korjaustarpeet ja -määrät. Kävelytarkastelu toimi vain hyvinkin suuntaa antavana tarkasteluna, eikä sen perusteella voitu lyödä lukkoon todellisia korjausmääriä ja kustannuksia.

1	osoite	alku	loppu	ratamet	ylsintää	BIT	misaum	muuta	Laji	päälyste	sfalitti	RK
2	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	0	119	119	0	0	0	Työmaa-alue päälysteet katsotaan kun työm		0	0	0
3	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	119	240	121	0	0	0			0	0	0
4	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	240	400	160	0	x	160	Saumauksen korjausta+pieniä reikiä	paikkaus	AB 16/100	16	0
5	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	400	405	5	0	0	0			0	0	0
6	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	405	531	126	252	0	0	Ylijajo+suojatie, päälystekorjaus S1+ ylijajo		AB 16/100	252	0
7	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	531	594	63	0	0	0	Suojatie, kiveyksen vaihto asvalttiin?		ABK 32/240+120+AB16/100	36	0
8	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	594	841	247	0	0	0			0	0	0
9	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	841	865	24	0	x	48	Pysäkkialue, saumauksen korjaus S1+S2			0	0
10	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	865	872	7	0	0	0	Tuplaurahitsiä 872-916			0	0
11	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	872	890	18	0	0	0			0	0	0
12	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	890	906	16	48	0	0	Ylijajo uusiksi	yliajo	AB 16/100	48	0
13	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	906	994	88	0	0	0			0	0	0
14	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	994	1041	47	0	0	0	Kisko heiluu		0	0	0
15	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1041	1053	12	36	0	0	Ylijajo uusiksi	yliajo	AB 16/100	36	0
16	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1053	1095	42	126	0	0	pysäkki+suojatie päälysteet uusiks	pysäkki/suc	AB 16/100	126	0
17	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1095	1155	60	0	0	0	ruohorata alkaa		0	0	0
18	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1155	1177	22	0	0	0			0	0	0
19	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1177	1277	100	0	0	0	pikkuväli noussut, kiskonvaihto?		0	0	0
20	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1277	1332	55	0	0	0			0	0	0
21	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1332	1595	263	0	x	526	liikuntalaitteen korjaus, pikkuväli ylhaalla		0	0	0
22	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1595	1658	63	0	0	0			0	0	0
23	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1658	1701	43	0	0	0	Pysäkkialue uusiksi,??		0	0	0
24	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1701	1790	89	0	0	0			0	0	0
25	Arabianranta (tähyttä 1391) - V.807	1790	1805	15	0	0	0	S1 pikkuväli korjaus	pikkuväli	ABK 32/240+120+AB16/100	15	0

Kuva 24. Esimerkki käsitellystä kävelytarkastelusta Arabianrannassa

4.3 Yhteenveto

Vaikka laserkeilauksesta ja kävelytarkasteluista saadut tiedot kattoivat koko rataverkoston perusteellisesti, oli niiden perusteella vaikea määrittää rataverkostolle aluekohtaisesti tarvittavia korjausmääriä. Tutkimukset auttoivat antamaan suuntaa tuleville asfalttikorjauksille, niin kustannusten, korjausmäärien, kuin myös korjaustapojen suhteen. Tutkimusten perusteella pystyttiin määrittelemään alustavat korjausmäärät, jotka on esitetty kuvassa 25..

3		Arvot		
4	Riviotsikot	Summa / jysintää m2	Summa / bitumisauma rdem	Summa / asfaltti m2
5	Arabianranta (tähytää 1391) - V.807 (häment-sturk)	462	734	529
6	Eteläsatama: Laivask-Vuorimk	60	37	60
7	Fredrikinkatu Arkadiankadun risteyksestä freda-ukk-simonk	184,5	186,5	204,5
8	Hakaniemi (tähytää 1465/1466) - Hämeentie715	14	0	14
9	Hietalahdentori(Resiinapiste)-Kalevank vaihde509	136	478	136
10	Hämeentie715-Hämeentie 845	75	737	110
11	Hämeentie807-Hämeentie 808	150	0	150
12	Kaisaniemenku V633 - Kaisaniemenk-liisank rist. V627	94	224	0
13	Kalevank509-Hietalahdenranta	0	97	0
14	Katajanokan terminaali - Päävartio	507	430	511
15	Katajanokka Vaihde 621-4 päättäri	143	10	143
16	Korkeavuorenk - Tarkampjk	151	151	0
17	Korppaämäent v. 101 - Tukholmankatu(mansku rist.)	1841	949	1609
18	Kurvi vaihde 845 - 839 (Lautatarhenkatu)	0	0	0
19	Laivurinkatu - Sepänkatu	0	0	0
20	Mechelininkatu vaihteelta 269-Hietaniemenkatu (ABC)	804	88	462
21	Meilahden sairaalan kohta	200	0	200
22	Meilahdentie - Paciuksenkaari	90	0	90
23	Munkka(Saunalahdent V.107)-Munkkiniemen aukio	440	196	373,5
24	Nordenskiöldinkadulta Pasilanraitoon vaihteelta 303, S2	96	0	96
25	Nordenskiöldinkadulta viipurinkadulle 303	417	136	225
26	Nordenskiöldinkatu vaihteelta 113, S1	1163	51,5	463
27	Paciuksenkatu - Tukholmankatu	150	0	200
28	Pasilanraito,Palkkatilanportti risteys 0m	536	127	1218
29	Runeberginkatu Caloniuksenk risteyksestä	531	374	531
30	Runeberginkatu manskun risteyksestä	339	424	339
31	Siltasaarenkatu, Liisankatu-Hakaniemi, V627 0-piste	373	848	373
32	Tiilimäen pysäkki - Saunalahdent V.107	15	8	23
33	Tukholmankatu - Paciuksenkatu	0	0	0
34	Tullin kohta	216	0	216
35	veturitie ruohoradan alku ->	400	0	400
36	Viipurinkatu (Savonkadun risteys) - Länt.brah-Hesari rist.	146	677	146
37	Kaikki yhteensä	9733,5	6963	8822

Kuva 25. Alustavat määrät jysinnälle, bitumisauman korjaukselle ja uudelle asfaltille

5 Asfalttikorjausurakat 2013

Tässä luvussa perehdytään kesällä 2013 suoritettaviin asfalttikorjausurakoihin rataverkostossa. HKL jakoi kesän 2013 asfalttikorjausurakat viiteen eri urakkaan, jotka ovat eriteltyinä seuraavissa kohdissa. Alustava aikataulu korjausurakoista on esitetty liitteessä 1.

5.1 Lähtökohdat

Laajoihin asfalttikorjausurakoihin ryhdytään siis korkeasta asfaltista kiskon vieressä aiheutuvan haitan takia. Korkeasta asfaltista on haittaa muun muassa edellä mainituksa profiilihionnassa, hiomakivien suuntauksen ja kulumisen kanssa. Tulevaisuudessa siitä on myös haittaa, kun vaunuihin tulevat leveämmät pyörät, jotka vaativat enemmän tilaa. Lisäksi se kuluttaa vaunun osia talvella, kun polannetta pääsee muodostumaan ja vaunun maavara korkean asfaltin takia on liian matala.

5.2 Jyrsintä

Jyrsintätyö käsittää raitiotieradan katuosuuksien jyrinnän ja liikuntasaumojen aukaisun vanhoilla rataosuuksilla sekä uusilla radoilla saumatilan jyrinnän. Jyrsintä suoritetaan siten, että rata-alueen uloimmasta kiskosta ulospäin jyrsitään tarpeen mukaan 30 cm – 200 cm leveä alue, syvyydeltään 20 mm – 50 mm.

Jyrsintää suoritetaan radan pikku- ja isovälissä. Pikkuväli on leveydeltään noin 89 cm kiskosta kiskoon ja jyrinnän syvyys tulee olla myös samoin 20 mm- 50 mm. Isovälissä, eli ratojen välinen alue, joka on leveydeltään noin 2m, jyrsitään myös 20 mm – 50 mm:n syvyyteen.

Jyrsintä on lähdettävä kiskon reunasta kuitenkin kiskoa vaurioittamatta. Jos kiskonviereen jää päällystettä, on se käsin piikkaamalla poistettava. Kaivojen ja sulkujen ympäristöt sekä ratojen risteys ja vaihdealueet, jotka eivät ole jyrsitävissä, urakoitsija suorittaa työn piikkaamalla tai itselleen sopivalla katsomallaan tavalla.

Kiskon liikuntasauman jyrsintä, sahaaminen ja leikkaaminen käsittävät kiskon ajopinnan ulkoreunaan aukaisun, jonka syvyyden tulee olla 30 mm - 40 mm ja leveyden 25 mm - 30 mm.

Urakoitsijan tulee siivota katualueet ja puhdistaa kiskourat jyrshintäjäjätteistä kyseisillä alueilla. Jyrshintäjäjäte on urakoitsijan omaisuutta jonka loppukäsittely tulee suorittaa asianmukaisella tavalla.

Urakoitsija hankkii työtä varten mahdollisesti tarvittavat viranomaisluvut, kuten liikennejärjestelypäätöksen (lupa liikennemerkkien asentamiseen) sekä yötyöluvan. Urakoitsija vastaa työmaa-alueesta sekä liikennemerkkeistä kunnes työmaa on tarkastettu ja hyväksytty HKL:n toimesta sekä luovutettu asfalttiurakoitsijalle.

Jyrsintätöissä ennen töiden aloittamista urakoitsijan kanssa sovitaan, minkälaista jyrshintää lähdetään toteuttamaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että urakoitsijan kanssa käydään kaikki työkohteet läpi ja päätetään, toteutetaanko paikassa hienojyrshintää, karkeaa jyrshintää vai jyrshintääkö ollenkaan. Hienojyrshintä tarkoittaa sitä, että jyrshintä suoritetaan kiskon pinnan tasolle. Niillä alueilla, joissa vanha päällyste on todel-

la korkealla tai huonossa kunnossa suoritetaan karkeajyrsintä, eli lähtökohtaisesti jyrsitään 4 cm asfalttia pois.

5.3 Jyräasfalttiurakka

Jyräasfalttiurakaan sisältyy alueet, joissa kiskon viereinen päällyste on todella huonossa kunnossa ja/tai todella korkealla. Jyrsintä tapahtuu luvun 5.2 ohjeiden mukaisesti ja jyrsinnän on ulotuttava vähintään 4 cm:n syvyyteen. Jyrsinnän jälkeen suoritetaan asfaltointi.

5.4 Valuasfalttiurakka

Valuasfalttiurakaan sisältyy alueet, joissa kiskon viereinen asfaltti on aikaisempina vuosina jyrsitty ja on vielä hyvässä kunnossa eikä se vaadi uudestaan jyrsintää.

Valuasfalttiurakassa massat on levitettävä siten, ettei saumoihin synny 4 mm:ä suurempaa kourua tai porrasta.

Valuasfaltti karkeutetaan tarvittaessa bitumoidulla sirotteella. Karkeutussirotetta ei viellä 0,5 m:ä lähemmäksi reunatukea eikä sitä levitetä suojateiden kohdalle. Karkeutussirote on suurten töiden urakassa levitettävä koneellisesti. Sirote on levitettävä tasaisesti koko pinta-alalle.

Massapaksuus ei saa ylittää 2 cm:ä kuin poikkeustapauksessa, eikä sen pinta saa jäädä ympäröivää katupintaa korkeammalle. Valuasfaltti karkeutetaan erikseen sovittaessa bitumoidulla sepelillä # 2/5 mm, jossa on bitumia B50/70 0,5 – 0,8 % sirotteen painosta. Sirotteen määrä on 4 – 6 kg/m².

5.5 Kiskonvierussaumankorjaus

Alueet, joissa kiskon viereinen päällyste on hyvässä kunnossa, mutta kiskonvierussauma on vahingoittunut, suoritetaan kiskonvierussaumankorjaus. Bitumoinnissa käytetään saumausmassaa, jossa on 30 % kumia ja 70 % bitumia, esim. Lemminkäinen

Oy:n toimittamaa Ratasauomo-bitumia. Bitumisauman tulee olla noin 30 mm leveä ja 30 mm syvä. Urakoitsija toimittaa käytetystä materiaalista materiaalitodistuksen.

Bitumointia ei saa tehdä vesisateella. Mikäli pohjalaatta on kostea, se kuivataan kuumentamalla. Lisäksi bitumoinnin aikana on varottava kaatamasta bitumia putkiin tai kiskokaivoihin.

5.6 Pohjatyöt topparataosuuksilla

Mursketopatuilla alueilla, joissa kantavankerroksen murske on menettänyt kantavuuden ja täten kiskon on päässyt painumaan alaspäin, suoritetaan pohjatyöt radan tukemiskoneella. Tällä hetkellä ei ole tiedossa kuin yksi paikka, jossa mahdollista radan uudestaantukemista tarvitaan, joten ei ole vielä varmaa, suoritetaanko pohjatyöurakkaa tämän kesän urakoiden yhteydessä.

Tukemistyö suoritetaan tukemiskoneella, jossa tuenta suoritetaan joko yhdellä tai kahdella tukehakulla. Kiskoon tartutaan kiinni noin 60 cm välein, painetaan tukehakut kantavaan kerrokseen ja suoritetaan tuentaliikkeet. Kone siirretään työmaalle kuorma-auton siirtolavalla, johon on asennettu profiiliteräksiset kiskot.



Kuva 26. Tukemiskone [10.]

5.7 Merkinnät maastossa

Mikäli asfaltti murtuu laajalta alueelta kiskon vierestä jyrinnän aikana, merkataan se maaleilla ja mitataan sen laajuus. Tästä aiheutuva lisätyö suoritetaan asfalttiurakoitsijan toimesta. Mikäli murtunut alue ulottuu rata-alueen ulkopuolelle, on se korjattava välittömästi. Merkinnöissä on käytettävä tilaajan hyväksymiä merkkimaaleja ja lisäksi on varmistettava, ettei kyseinen merkkiväri ole käytössä muilla rata-alueilla työskentelevillä.

5.8 Mittauspöytäkirjat

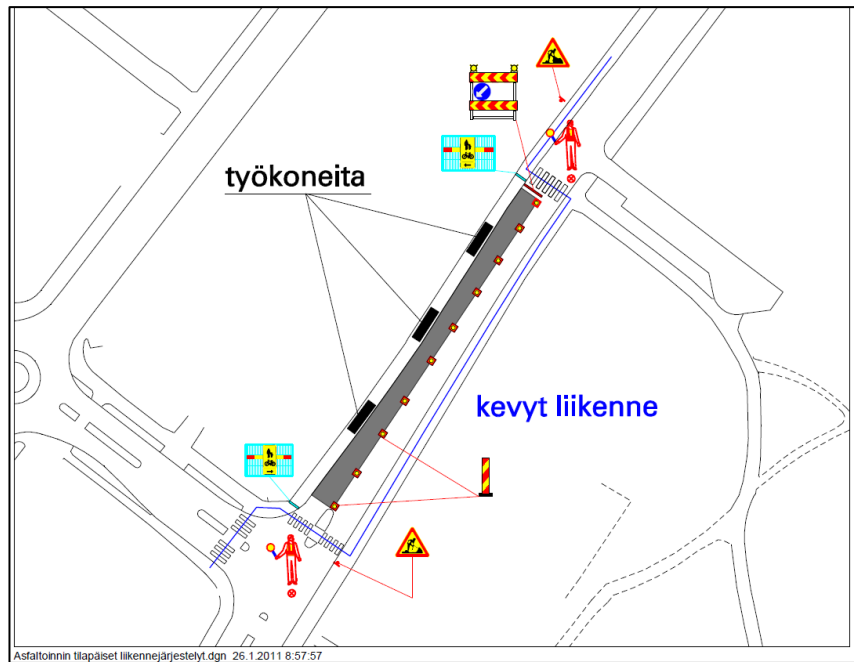
Mittauspöytäkirjoihin merkataan päivittäin korjattujen alueiden määrät neliönä. Urakan laskutus suoritetaan kahden viikon välein mittauspöytäkirjoista toteutuneiden määrien mukaan.

5.9 Liikennejärjestelyt

Ennen päällystystöihin ryhtymistä on oltava aina yhteydessä rakennusviraston alueidenkäytön valvontayksikköön ja sovittava alueen tarkastajan kanssa työnaikaisista liikennejärjestelyistä ja työkoneiden tai materiaalien työnaikaisesta varastoinnista katu- ja viheralueella.

Työssä on käytettävä SKTY 19/99, PKS tilapäiset liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla tai tiehallinnon päällystystyöt 5C-2 vaatimuksen mukaisia liikenteenohjauslaitteita ja ohjeistuksia.

Pääväylillä ja kokoojakaduilla on noudatettava ruuhka-aikarajoituksia klo 07.00 – 09.00 ja 15.00 – 18.00. Lisäksi liikenteenohjaus on hoidettava niin, että ohjauslaitteet ovat selvästi ennalta havaittavissa ja antavat yksiselitteiset toimintaohjeet. Liikennejärjestelyt on toimittava myös pimeässä ja eri olosuhteissa, ja ne ovat pidettävä kunnossa ja ajan tasalla. Töiden valmistuttua järjestelyt on purettava ja tilanne palautettava ennalleen välittömästi töiden loputtua.



Kuva 27. Esimerkki tilapäisistä liikennejärjestelyistä

5.10 Työturvallisuus

Työkohteet sijaitsevat liikenteellä olevilla katualueella ja liikennettä ei yleensä voida katkaista työn ajaksi. Työkohteessa tehtävät työt käsittävät asfalttipäällysteiden levittämisen, alustan jyrynnän sekä mahdollisesti kadun rakennekerrosten teon.

Töille tyypillisiä työturvallisuusriskejä ja riskejä sisältäviä työvaiheita ovat:

- Työntekijöiden ja työkoneiden liikkuminen liikenteellä olevalla katualueella
- Työmaasta aiheutuvat vaaratekijät yleiselle liikenteelle ja jalankululle sekä muu häiriö kuten mm. melu ja pöly
- Raitiotieliikenteen kiskoalueella ja sen välittömässä läheisyydessä työskentely
- Raitiotieliikenteen sähköiset ajojohdot
- Kadun rakenteet ja laitteet kuten kansistot, reunatuet, valaisinlaitteet, kaapelit jne.

Työt joudutaan suorittamaan liikennejärjestelytoimenpitein rajatulla työalueella. Päättäjän on kiinnitettävä erityistä huomiota työmaan merkitsemiseen ja suojaamiseen työntekijöittensä turvallisuuden kannalta ajoneuvoliikenteen aiheuttamien vaaratekijöiden kannalta. Vastaavasti työmaan merkitsemisellä ja suojaamisella sekä opastein estetään ulkopuolisten pääsy työmaalle työmaan aiheuttamien vaaratekijöiden vähentämiseksi. Työntekijöiden ja työkoneiden liikkumiseen työalueen ulkopuolella ja tästä aiheutuvien vaaratekijöiden vähentämiseen on myös kiinnitettävä huomiota.

Jokaisessa urakassa tulee olla tilaajan hyväksymä vastuunalainen työnjohtaja, joka omaa riittävän kokemuksen ja ammattitaidon. Levityspaikalla tulee olla ammattitaitoinen henkilö, joka vastaa myös levityspään työnjohdollisista tehtävistä. Urakoitsijoiden tulee käyttää työn suorituksessa työn luonteen vaatimaa ammattitaitoista työnjohtoa ja työvoimaa. Erikoisammattitaitoa vaativissa osasuorituksissa on käytettävä alan tuntevia, hyvän ammattitaidon omaavia työntekijöitä, aliurakoitsijoita ja -hankkijoita. Lisäksi aliurakoitsijat ja -hankkijat tulee olla tilaajan hyväksymiä.

5.10.1 Rakennustyövälineet, koneet ja laitteet

Tilaaaja edellyttää, että urakoitsijan koneet ja laitteet täyttävät työturvallisuuslain ja sen perusteella annettujen asetusten, valtioneuvoston päätösten sekä alempiasteiset työsuojeluviranomaisten ja terveysturvallisuusviranomaisten vahvistamat määräykset. Urakoitsijan on järjestettävä työturvallisuuslainsäädännön mukainen koneaseman ja muiden koneiden käyttöönottotarkastus, jossa tilaajan edustajan on oltava läsnä. Urakoitsija vastaa työsuojelun järjestämisestä sekä työsuojeluohjeiden ja määräysten noudattamisesta.

Urakoitsijan on välittömästi korjattava valvojan toteamat työturvallisuutta vaarantavat viat ja puutteellisuudet, joista valvoja on urakoitsijalle ilmoittanut. Jos urakoitsija kuitenkin laiminlyö valvojan esittämän työturvallisuutta tai liikenteen hoitoa koskevan korjausvaatimuksen, on tilaajalla oikeus tehdä tai teettää korjaustyö asiakirjojen ja viranomaismääräysten edellyttämään kuntoon ja periä syntyneet kustannukset urakoitsijalta.

Työvälineiden ja koneiden sekä muiden rakennusvälineiden tulee olla tarkoituksenmukaisia ja niiden tulee täyttää työturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Ne

on tarvittaessa varustettava sellaisilla apulaitteilla, ettei käsiteltäville tarvikkeille, valmiille työnosalle tai ympäristölle aiheuteta vahinkoa.

Päälylystystöissä oleva ajoneuvo on varustettava peruutettaessa jaksottaista ääntä antavalla peruutushälyttimellä. Ajoneuvolla tarkoitetaan tässä yhteydessä kuorma-autoa, maansiirtoautoa, tiehöylää ja kuormauskonetta sekä sellaista jyrää, jonka paino on suurempi kuin 7 tonnia.

Peruutushälyttimen on oltava ajoneuvojen rakenteesta ja varusteista annetun asetuksen N:o 1256/92 mukainen. Se on asennettava ajoneuvon taakse ja kytkettävä siten, että se hälyttää peruutusvaihteen ollessa päällä tai ajoneuvon liikuessa taaksepäin.

Hälyttimen yhteyteen voidaan asentaa laitteen toiminnan ilmaisevalla merkkivalolla varustettu katkaisija, jolla hälytin voidaan kytkeä pois toiminnasta. Poiskytkentä saadaan tehdä vain olosuhteissa, joissa hälyttimen äänestä on kohtuutonta haittaa ympäristölle ja muilla keinoilla on huolehdittu peruuttamisen turvallisuudesta.

5.10.2 Palosuojelu

Jokainen urakoitsija on velvollinen kiinnittämään huomiota paloturvallisuuteen ja toimimaan vastuualueellaan niin, että tulipalon vaaraa ei synny, ja noudattamaan viranomaisten antamia suojeluohjeita ja työmaalla erikseen laadittuja ohjeita. Pää toteuttajan on ennen työn alkua tehtävä erillinen selvitys palovaaraa aiheuttavista työvaiheista ja -menetelmistä, rakennusaineista ja valmiista rakennusosista.

Tulitöitä tekeville työntekijöillä on oltava tulityökoulutus ja sen osoittamiseksi tulityökortti. Pää toteuttaja laatii ja luovuttaa tilaajalle luettelon kaikista työmaalla toimivista tulityökortin omaavista henkilöistä.

5.10.3 Pölyn leviämisen estäminen

Työmaapölyn ennaltaehkäisemiseen on kiinnitettävä riittävästi huomiota. Pölyämistä voidaan vähentää muun muassa katujen pölynsidonnalla, ympäristöön kulkeutuneen

pölyn ja lian nopealla poistamisella, käytettävien kiviainesten kastelulla ja yksittäisten varastokasojen peittämisellä. Työmenetelmästä aiheutuvan pölyn syntyminen on estetävä pölyn talteenotolla ja tarvittaessa kastelulla.

5.10.4 Melua aiheuttavat työt

Tietyissä toiminnoissa on tehtävä ympäristösuojelulain mukainen meluilmoitus ympäristökeskukselle ja Helsingin kaupungin ympäristösuojelumääräysten mukaan tiedotettava melun vaikutuspiirissä olevia asukkaita ja muita sellaisia kohteita, joille työstä saattaa aiheutua haittaa tai häiriötä.

5.10.5 Työmaa-alueella olevat johdot ja kaapelit

Ennen rakennustyön aloittamista päätoteuttajan on selvitettävä kaapeleiden ym. johtojen ja laitteiden tarkka sijainti ja turvallisuusmääräykset ao. johdon tai laitteen haltijan kanssa.

Aina ennen kaivutyöhön ryhtymistä on johtojen sijainti työalueella selvitettävä Kiinteistöviraston kaupunkimittaussosaston johtotietopalvelusta ja tarvittaessa pyydettyä johdon sijainnin näyttö johdon omistajalta. Johdon omistajan antamia ohjeita ja määräyksiä työskentelystä johdon läheisyydessä on kaikilta osiltaan noudatettava. Tarvittavat johtosiirrot ja -suojaukset ja muut mahdolliset toimenpiteet on ennakkoon suunniteltava hyvissä ajoin ja niiden toteuttamiseen tarvittavaan aikaan on työaikataulussa varauduttava.

5.10.6 Ympäristön suojaus

Työmaan aitaamisissa ym. merkitsemisessä on otettava huomioon työluonteen edellyttämät vaatimukset ja toteuttamisedellytykset sekä työntekijöiden turvallisuuden kannalta että ympäristön aiheuttamista lähtökohdista.

Päätoteuttajalle kuuluu työstä johtuva ympäristön puhtaanapito. Työt on järjestettävä siten, että ympäristölle ei aiheudu tarpeettomia likaantumisia aiheuttavia haittavaikutuksia.

6 Yhteenveto

Lopputuloksena syntyi raportti, josta voidaan jatkossa hakea tietoa raitioliikenneverkon päällysrakenteiden rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyvissä hankkeissa. Lisäksi työssä saatiin laadittua alustavia työohjeita ja arvioitua korjausmääriä kesän 2013 asfalttiurakoihin liittyen.

Työssä esitettävät johtopäätökset perustuvat suurimmaksi osaksi edeltävien raitiotierakennushankkeiden tarjouspyyntö- ja suunnitteluohjeista tehtyihin havaintoihin. Johtopäätöksien laadintaan ovat myös vaikuttaneet Helsingin kaupungin liikennelaitoksen ratatöiden valvojan kanssa käydyt keskustelut ja haastattelut.

Lähteet

- 1 Helsingin kaupungin liikennelaitos. Verkkodokumentti. <
<http://www.hel.fi/hki/HKL/fi/HKL-Raitioliikenne/Radat>> Luettu 10.1.2013
- 2 Helsingin kaupungin liikennelaitos. HKL-raitioliikenne. Kuva. <
<http://www.hel.fi/hki/HKL/fi/HKL-Raitioliikenne>> Luettu 10.1.2013
- 3 Ratojen yleinen työselostus. RYT 2013.
- 4 Helsingin kaupungin liikennelaitos. Julkaisu. Raitiotieradan laatukriteerit
- 5 Helsingin kaupungin liikennelaitos. Julkaisu. Ylläpitotuotteet
- 6 Raitio.org. Liikenneuutiset. Kuva. <
<http://www.raitio.org/news/uutis12/uutis123.htm>> Luettu 25.2.2013
- 7 Raitio.org. Liikenneuutiset. Kuva <
<http://www.raitio.org/news/uutis11/uutis112.htm>> Luettu 25.2.2013
- 8 Autech- laitevalmistaja. Kuva < http://www.autech.ch/en/railmonitor_rml.htm> Luettu 27.2.2013
- 9 Helsingin kaupungin liikennelaitos. Projektiraportti
- 10 Raitio.org. Verkkodokumentti. Työkoneet <
<http://www.raitio.org/ratikat/helsinki/hkl/hkltyo/hkltyo.htm>> Luettu 10.4.2013

