

15

.....
19.4.2011

Köysirata Kruunuvuorenranta – Helsingin kantakaupunki

Esiselvitys



www.hsl.fi

Köysirata Kruunuvuorenranta –
Helsingin kantakaupunki
Esiselvitys

HSL Helsingin seudun liikenne
Opastinsilta 6 A
PL 100, 00077 HSL00520 Helsinki
puhelin (09) 4766 4444

www.hsl.fi

Lisätietoja: Kerkko Vanhanen, 09 - 4766 4379
kerkko.vanhanen@hsl.fi

Kansikuva: HSL / Arkkitehtitoimisto JKMM Oy

Edita Prima Oy
Helsinki 2011

Esipuhe

Työn tavoitteena on ollut selvittää, kannattaako köysiratavaihtoehto lisätä vertailuvaihtoehdoksi Kruunuvuorenrannan joukkoliikenneyhteyksien joukkoon vuonna 2011 tehtävässä joukkoliikennetarkistuksen ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Työn ohjausryhmään kuuluivat:

- | | |
|-----------------------|----------|
| – Ville Lehmuskoski | HSL (pj) |
| – Olli-Pekka Poutanen | KSV |
| – Arto Siitonen | HSL |
| – Kimmo Sinisalo | HSL |
| – Kerkko Vanhanen | HSL |
| – Mervi Vatanen | HSL |

Työn projektiryhmään kuuluivat Kerkko Vanhanen ja Mervi Vatanen HSL:stä sekä Juhani Bäckström, Jouni Ikäheimo, Riku Nevala ja Atte Supponen Trafix Oy:stä.

Työn aikana pidettiin useampi projektiryhmän kokous, joissa mm. haastateltiin Doppelmayr Finn Oy:n köysirata tekniikan asiantuntijoita teknisten seikkojen selvittämiseksi ja kustannusten arvioimiseksi. Alustavista hahmotelmista köysiradan kaupunkikuvallisista ominaisuuksista on vastannut Arkkitehtitoimisto JKMM Oy.

Hanketta esiteltiin maaliskuun alkupuolella Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen johtavalle palotarkastajalle Esko Rantaselle.

Työ alkoi joulukuussa 2010 ja päättyi maaliskuussa 2011.

Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne			
Tekijät: Juhani Bäckström, Riku Nevala			Päivämäärä 19.4.2011
Julkaisun nimi: Köysirata Kruunuvuorenranta – Helsingin kantakaupunki, esiselvitys			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: HSL Helsingin seudun liikenne			
Tiivistelmä:			
Maailmalla köysirataratkaisut näyttävät olevan yleistymässä joukkoliikennekäytössä. Köysirataratkaisut liittyvät vielä kuitenkin lähinnä suurtapahtumien kuljetusjärjestelyihin. Kruunuvuorenrannan tilanne vastaa olosuhteita, joissa köysirataratkaisuja on sovellettu maailmalla: lähtö- ja määräpaikkaa erottaa jokin luonnollinen este, jonka ylittäminen tai kiertäminen vaatii kalliita infrastruktuuri-investointeja. Kruunuvuoren köysirata kulkee Hakaniemestä Sompasaaren ja Korkeasaaren kautta Kruunuvuorenrantaan. Hakaniemi on valittu kaupungin pään pääteasemaksi kattavien vaihtoyhteyksien ansiosta. Matkustajien kannalta paras vaihtoehto on sijoittaa köysirata-asema metroaseman sisäänkäynnin välittömään läheisyyteen. Teknisesti aseman sijoittaminen Hakaniemenrantaan on helpompaa. Korkeasaaren aseman mukaan ottoa puoltaa Helsingin houkuttelevuus matkailunäkökulmasta. Köysirata on alustavasti suunniteltu liikennöitäväksi 30 sekunnin vuorovälillä. Pääteasemien välinen matka-aika on 11–12 minuuttia. Matkustajamäärät ovat ennusteen mukaan noin 6 500–8 500 matkustajaa/suunta/vrk. Tämä on noin 2/3 raitiovaunuvaihtoehdon ennustetuista matkustajamääristä. Köysiradalla on saavutettavissa riittävä kapasiteetti matkustustarpeita varten. Köysiradan perusrakenteet kannattaa mitoittaa ensivaikkeen tarvetta suuremmiksi, jotta köysiradan palvelutasoa voidaan tarvittaessa lisätä vähäisin kustannuksin korimäärää kasvattamalla. Köysiradalla on mahdollista täyttää esteettömyysvaatimukset, koska koriin nousu tapahtuu laituritasolta ja jokaisella asemalla on aina palveluhenkilökuntaa käytettävissä. Koreihin saadaan joukkoliikenteen edellyttämä perusvarustus, mutta sähköistys, lämmitys- ja tiedonsiirtotekniikat on ratkaistava erikseen mahdollisessa toteutussuunnitteluvaiheessa. Köysiradan vaikutukset ympäristöön jäävät vähäisiksi, mutta erityisesti Hakaniemen päässä kaupunkikuvaan ja asuinympäristöön on kiinnitettävä erityistä huomiota. Erityisen vaikeista sääolosuhteista tai sähkökatkoista saattaa aiheutua joitakin käyttökatkoksia. Modernit köysiradat kykenevät toimimaan vielä 25 m/s tuulennopeuksilla, jotka ovat harvinaisia Helsingissä. Rata saadaan tyhjennettyä normaalein varajärjestelyin lähes kaikissa häiriötilanteissa. Jos rata kuitenkin harvinaisissa tapauksissa jumiutuu kokonaan, matkustajat evakuoidaan ratakohtaisen pelastussuunnitelman mukaisesti (esim. pelastusvaunu, erillinen pelastushissi tai köysipelastus). Kruunuvuorenrannan köysiradalla kannattaa soveltaa uusimpia pelastustekniikoita. Vakavia teknisistä syistä johtuneita onnettomuuksia, kuten köysien katkeamisia, ei ole maailmalla tapahtunut. Kruunuvuorenrannan köysiradan investointikustannukset ovat arviolta 90–125 M€ asemineen. Raitiotievaihtoehdon lopullisen kustannusarvion laatiminen on kesken, mutta voidaan arvioida, että siltojen ja raitioradan yhteiskustannus tulee olemaan vähintään 250 miljoonaa euroa. Köysiradan huolto-, käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat noin 4–5 M€ vuodessa. Karkeasti arvioiden köysiradan kustannukset ovat noin puolet ja hyödyt noin kolmasosan pienemmät kuin raitiotievaihtoehdossa. Esiselvityksen perusteella köysirata on teknisesti toteutettavissa Hakaniemestä Kruunuvuorenrantaan. Jos köysiratavaihtoehto valitaan yhdeksi tarkasteltavaksi vaihtoehdoksi Kruunuvuorenrannan joukkoliikennetarkastuksen ympäristövaikutusten selvitykseen, tulee investointi- ja ylläpitokustannusarviot, liityntäliikenteen suunnitelmat ja vaikutusarviot saattaa samalle tarkkuustasolle muiden tutkittavien vaihtoehtojen kanssa.			
Avainsanat: Kruunuvuorenranta, köysirata, joukkoliikenne			
Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja 15/2011			
ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN 978-952-253-093-6 (nid.)	Kieli: Suomi	Sivuja: 64
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-094-3 (pdf)		
HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444			

Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Författare: Juhani Bäckström, Riku Nevala			Datum 19.4.2011
Publikationens titel: Linbana Kronbergsstranden - Helsingfors innerstad, förstudie			
Finansiär / Uppdragsgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Sammandrag:			
Det ser ut att linbanelösningar blir allt vanligare inom kollektivtrafiken i världen. Linbanelösningarna används dock ännu främst för transportarrangemang vid storevenemang. Situationen i Kronbergsstranden motsvarar de omständigheter där linbanelösningar har tillämpats i världen: ett naturligt hinder skiljer avgångsplatsen från destinationen och det krävs dyra infrastrukturinvesteringar för att kunna ta sig över eller kringgå hindret. Kronbergets linbana går från Hagnäs via Sumparn och Högholmen till Kronbergsstranden. Hagnäs har valts som ändstation i staden på grund av de goda anslutningsförbindelserna. Med tanke på passagerarna skulle det bästa alternativet vara att linbanestationen placeras i metrostationens omedelbara närhet. Tekniskt sätt är det lättare att placera stationen vid Hagnässtranden. Ur turismens synvinkel kan Helsingfors bli mer lockande om Högholmens station tas med. Man har preliminärt planerat att linbanan trafikeras med 30 sekunders mellanrum. Restiden mellan ändstationerna är 11–12 minuter. Enligt prognosen är antalet passagerare ungefär 6 500–8 500 passagerare/riktning/dygn. Detta är ca 2/3 av det förutspådda passagerarantalet i spårvagnsalternativet. Tillräcklig kapacitet för att täcka resbehovet kan uppnås också med linbanan. Linbanans basstrukturer skall dimensioneras så att de är större än vad det behövs vid det första skedet. På detta sätt kan servicenivån på linbanan ökas vid behov utan stora kostnader genom att öka antalet kabiner. Det är möjligt att uppfylla tillgänglighetskrav med linbanan eftersom stigningen på kabiner sker på perrongområdet och på varje station finns det alltid servicepersonal. Kabinerna har den basutrustningen som förutsätts i kollektivtrafiken men elektrifiering samt värme- och dataöverföringstekniken skall avgöras separat i ett eventuellt planeringsskede av förverkligandet. Linbanans konsekvenser för miljön blir små men man ska fästa speciell uppmärksamhet på stadsbilden och boendemiljön särskilt i Hagnäs. Väldigt svåra väderomständigheter eller strömbavbrott kan orsaka avbrott i trafikeringen. De moderna linbanorna kan fungera ännu vid vindhastigheter på 25 m/s som är ovanliga i Helsingfors. Banan kan tömmas genom vanliga reservarrangemang vid nästan alla störningssituationer. Om banan i några sällsynta fall fastnar helt, evakueras passagerarna enligt banspecifik räddningsplan (t.ex. räddningsvagn, separat räddningshiss eller linräddning). På linbanan vid Kronbergsstranden lönar det att tillämpa de nyaste räddningsteknikerna. Olyckor som orsakats av allvarliga tekniska fel, som t.ex. att linor gått sönder, har inte hänt i världen. Investeringskostnaderna för linbanan i Kronbergsstranden beräknas uppgå till 90–125 M€ inklusive stationerna. En slutgiltig kostnadsberäkning av spårvägsalternativet är inte ännu färdig men man kan uppskatta att de gemensamma kostnaderna för broar och spår uppgår minst till 250 miljoner euro. Service-, användnings- och underhållskostnader för linbanan är ca 4–5 M€ per år. Enligt en grov uppskattning blir linbanans kostnader ungefär hälften och nyttor ungefär en tredjedel mindre än i spårvägsalternativet. Enligt förstudien är det tekniskt möjligt att bygga ut linbanan från Hagnäs till Kronbergsstranden. Om linbanelösningens alternativ tas med som ett granskningsalternativ i utredningen om miljökonsekvenser av kollektivtrafiklösningen i Kronbergsstranden, skall kostnadsberäkningarna av investeringar och underhåll, planer om anslutningstrafik och konsekvensberäkningar sättas på samma precisionsnivå med andra granskade alternativ.			
Nyckelord: Kronbergsstranden, linbana, kollektivtrafik			
Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer 15/2011			
ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN 978-952-253-093-6 (nid.)	Språk: finska	Sidantal: 64
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-094-3 (pdf)		
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444			

Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport			
Author: Juhani Bäckström, Riku Nevala		Date of publication 19.4.2011	
Title of publication: Cable car Kruunuvuorenta – Helsinki inner city, preliminary study			
Financed by / Commissioned by: HSL Helsinki Region Transport			
Abstract: Cable cars seem to be becoming more common in public transport around the world. However, cable cars are still in use mainly for transport arrangements for large events. The situation in Kruunuvuorenranta corresponds to circumstances in which cable car solutions have been applied around the world: the departure and destination points are separated by a natural obstacle that cannot be crossed or circumvented without expensive infrastructure investments. The Kruunuvuori cable car would run from Hakaniemi via Sompasaari and Korkeasaari to Kruunuvuorenranta. Hakaniemi has been chosen as the terminus at the city end of the route because of good interchange connections. From the passengers' point of view, the best option is to have the cable car station immediately adjacent to the metro station entrance. From a technical point of view, it is easier to locate the station in Hakaniemenranta. Helsinki's position as an attractive tourist destination speaks in favour of having a station on the Korkeasaari island. It is envisaged that the cable car would run every 30 seconds. The travel time between the termini is 11–12 minutes. Passenger numbers are projected to be around 6,500-8,500 passengers/direction/day. This is approximately 2/3 of the projected passenger numbers in the tram option. The cable car can provide sufficient capacity to meet travel demand. It is advisable to oversize the basic infrastructure for the cable car relative to what is needed in the first phase so that it will be possible to increase the service level of the cable car if necessary with small costs by increasing the number of cabins. Accessibility requirements can be met as passengers would enter the cabins at the platform level and service personnel would always be available at each station. The cabins can be fitted with the necessary basic equipment but technical issues related to electrification, heating and data transfer have to be tackled separately in the possible planning phase. The environmental impacts of the cable car are minor but special attention should be paid on the cityscape and residential environment especially in Hakaniemi. Especially severe weather conditions or power failures might cause service interruptions. Modern cable cars are able to operate even at a wind speed of 25 m/s, which is rare in Helsinki. Passengers can be evacuated from the cable car with regular backup measures in nearly all problem situations. If the cable car, however, gets totally stuck in some rare case, passengers are evacuated on the basis of a specific rescue plan (e.g. rescue cabin, separate emergency elevator or rope rescue). In case of the Kruunuvuori cable car, it is advisable to use the most modern rescue techniques. Severe accidents due to technical failures, such as breaking of cables, have not occurred elsewhere. Investment costs of the Kruunuvuori cable car are estimated to be EUR 90–125 million including the stations. The final cost estimate of the tram option is still being worked on, but it can be estimated that the total cost of bridges and tracks will be at least EUR 250 million. The service, operating and maintenance costs of the cable car are around EUR 4–5 million a year. Roughly estimated the costs of the cable car are around half and the benefits around one third smaller than those of the tram option. On the basis of the preliminary study, it would be technically possible to implement a cable car from Hakaniemi to Kruunuvuorenranta. If the cable car is chosen as an alternative to be examined in the environmental impact assessment of Kruunuvuorenranta public transport solutions, the investment and maintenance cost estimates, feeder service plans and impact assessments must be approached with the same level of detail as the other alternatives to be studied.			
Keywords: Kruunuvuorenranta, cable car, public transport			
Publication series title and number: HSL publications 15/2011			
ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN 978-952-253-093-6 (nid.)	Language: Finnish	Pages: 64
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN 978-952-253-094-3 (pdf)		
HSL Helsinki Region Transport, P.O.Box 100, 00077 HSL, tel. +358 (0) 9 4766 4444			

Sisällysluettelo

1	Johdanto	11
2	Ulkomaisia köysiratasovelluksia	12
3	Köysiratojen teknisiä ominaisuuksia ja erityiskysymyksiä Helsingin näkökulmasta	17
3.1	Fyysisistä rakenteista ja järjestelmän toiminnasta	17
3.2	Asemat, korit, matkustusmukavuus ja esteettömyys	20
3.3	Käyttö, ylläpito ja huoltotarve	21
3.4	Turvallisuus	22
4	Kruunuvuorenranta – Kantakaupunki -köysirata.....	25
4.1	Asemat ja yhteydet muihin kulkuvälineisiin.....	25
4.2	Linjaus	29
4.3	Matka-ajat ja liikennöintiperiaatteita.....	30
4.3.1	Ajoajat	30
4.3.2	Vuoroväli, kapasiteetti ja korimäärä.....	32
4.3.3	Matka-aika suhteessa raitiovaunuvaihtoehtoon	33
4.4	Matkustajamäärät	35
4.5	Soveltuvuus kaupunkikuvaan ja kaupunkielämään	38
4.6	Energiätehokkuus	40
5	Kustannuksia.....	42
5.1	Olemassa olevien köysiratojen kustannuksia.....	42
5.2	Arviot Kruunuvuorenrannan köysiradan toteuttamiskustannuksista.....	42
5.3	Arviot Kruunuvuorenrannan köysiradan käyttö- ja ylläpitokustannuksista	43
5.4	Vertailua raitiovaunuvaihtoehtoon	44
6	Yhteenveto ja päätelmiä	45
7	Liitteet.....	48

Kuvaluettelo

Kuva 1.	Havainnekuva kaupunkiköysiradan korista (Doppelmayr).....	11
Kuva 2.	Portlandin köysirata (Doppelmayr).....	12
Kuva 3.	Taipein Maokong-köysirata (Taipei Rapid Transit Corporation, Overview and Future Prospects 2008).	14
Kuva 4.	Koblenzin köysirata (Doppelmayr)	15
Kuva 5.	Singaporen köysirata (Doppelmayr)	16
Kuva 6.	Kääntöväsuuntaisen köysiradan ja jatkuvatoimisen kiertoköysiradan ero (Doppelmayr).....	17
Kuva 7.	Jatkuvatoimisten gondoli-, 2S- ja 3S-köysiratojen ero (valokuvat Doppelmayr).	18
Kuva 8.	Havainnekuva kaupunkiköysiradan esteettömyydestä (Doppelmayr)	21
Kuva 9.	Kruunuvuorenranta – Hakaniemi -köysiradan asemien alustavat sijainnit (kartta: Helsingin kaupungin paikkatietopalvelut).	25
Kuva 10.	Hakaniemen joukkoliikenteen vaihtoyhteyshmahdollisuuksia.....	26
Kuva 11.	Hakaniemen köysiradan asemavaihtoehtoja ja vaihtoyhteyksiä tilanteessa, jossa Pisara-rata on toteutettu.	27
Kuva 12.	Köysiradan pääteaseman ”perusratkaisu” (kuva Doppelmayr).....	28
Kuva 13.	Köysiradan alustavat linjausvaihtoehdot.	30
Kuva 14.	Ajo- ja matka-aika-arviot.	32
Kuva 15.	Raitiovaunu- ja köysiratavaihtoehtojen matka-ajat Kruunuvuorenrannasta ydinkeskustaan (rautatieasema) matkavaihteittain. Raitiovaunuvaihtoehdon matka-ajat ja köysiradan kävelyajat Kruunuvuorenrannassa perustuvat Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkasteluun 2008 (Raporttiluonnos 5.6.2008).....	34
Kuva 16.	Raitiovaunu- ja köysiratavaihtoehtojen matka-aikoja eri puolille pääkaupunkiseutua.	35
Kuva 17.	VE1: Matkustajamäärät/vrk, 4 asemaa.	36
Kuva 18.	VE1 lyhennetty: Matkustajamäärät/vrk, 3 asemaa (Ei Korkeasaaren asemaa).	37
Kuva 19.	Portlandin köysiradan tyylitelty tukipylväs kaupunkirakenteessa (Doppelmayr).	38
Kuva 20.	Hahmotelmia köysiradan sovittamisesta kaupunkikuvaan (lisää kuvia liitteessä 4).	39

Liiteluettelo

- LIITE 1: Kuvaus pelastusmenetelmistä ja muista turvallisuuskysymyksistä (Doppelmayr Finn Oy)
- LIITE 2: Alustavat linjaussuunnitelmakuvat ja pituusprofiilit
- LIITE 3: Korkeasaaren kävijämääriä
- LIITE 4: Hahmotelmia köysiradan sovittamiseksi kaupunkikuvaan (linjaus VE1)

1 Johdanto

Kruunuvuorenrannan ensisijaisena joukkoliikennratkaisuna on pidetty raitiovaunuyhteyttä Helsingin kantakaupunkiin. Köysiratavaihtoehdosta tehtiin valtuustoaloite muutama vuosi aiemmin, mutta silloin ei pidetty tarkoituksenmukaisena tehdä tarkempaa selvitystä kyseisen liikennemuodon soveltuvuudesta ko. yhteysvälin tarpeisiin. Vuoden 2010 lopussa HSL:ssä saatiin uutta tietoa köysiratavaihtoehdon tarjoamista mahdollisuuksista. Uusien tietojen perusteella katsottiin tarpeelliseksi laatia esiselvitys köysiratavaihtoehdon hyödyistä, haitoista, soveltuvuudesta ja kustannuksista välille Kruunuvuorenranta – Helsingin kantakaupunki.

Esiselvityksen keskeisenä tavoitteena on ollut selvittää, kannattaako köysiratavaihtoehto lisätä vertailtavien Kruunuvuorenrannan joukkoliikennedyhteyksien joukkoon keväällä 2011 tehtävässä joukkoliikennratkaisun ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tällä hetkellä arviointiohjelmassa on esitetty seuraavia vaihtoehtoja tutkittavaksi:

- VE1, Raitiovaunu- ja kevyen liikenteen siltayhteys Kruununhaka–Sompasaari–Korkeasaari–Laajasalo
- VE2, Raitiovaunu- ja kevyen liikenteen betonitunneli- ja siltayhteys Kruununhaka–Sompasaari–Korkeasaari–Laajasalo
- VE3, Metro Kamppi–Katajanokka–Laajasalo (kalliotunneli- ja siltayhteys)
- VE4, Metro Kamppi–Katajanokka–Laajasalo (kallio- ja betonitunneli)
- VE5, Metro kalliossa Kamppi–Katajanokka–Laajasalo
- VE6, Vesiliikenne Laajasalo–Keskusta
- vertailuvaihtoehtona tilanne ilman uusia yhteysratkaisuja (VE0).



Kuva 1. Havainnekuva kaupunkiköysiradan korista (Doppelmayr)

2 Ulkomaisia köysiratasovelluksia

Köysiratoja on maailmalla käytössä enimmäkseen hiihtokeskuksissa ja turistien kuljetuksissa esim. näköalapaikoille. Köysiratoja on rakennettu myös teollisuuden raaka-aineiden kuljetukseen sekä joissakin tapauksissa matkustajien jokapäiväiseen käyttöön.

Monen aseman köysirataratkaisuja, jotka on tarkoitettu nimenomaan joukkoliikennekäyttöön, ei maailmalla tällä hetkellä vielä juuri ole. Sen sijaan useamman aseman ratkaisuja mm. turistikoh-teissa on jo olemassa.

Yhdysvallat

Kahden aseman joukkoliikennekäytössä olevia köysiratoja on olemassa muutamia. Esimerkiksi New Yorkissa köysirata yhdistää Roosevelt Islandin Manhattaniin. Rata on toiminut jo 1970-luvulta saakka. Muita joukkoliikennetyyppisessä käytössä olevia ratoja on mm. Portlandissa ja Telluriden kaupungissa (Colorado, USA).

Portlandissa rata (noin 1 km) yhdistää South Waterfrontin yliopiston laajennusalueen läheisellä vuorella sijaitsevaan yliopistolliseen sairaalaan ja vanhaan yliopistoalueeseen. Telluriden rata on pääasiassa hiihtäjien käytössä, mutta hoitaa samalla paikallisten kaupunkien välistä liikennettä. Radalla on myös yksi väliasema.

Roosevelt Islandin rata ja Portlandin rata ovat ns. kääntyväsuuntaisia köysiratoja (2 asemaa, 2 koria). Telluride on useampikorinen rata, jolla on kolme asemaa (*Hercules Aerial Tram/Mobility Study & Report, Reconnecting America 2007*).



Kuva 2. Portlandin köysirata (Doppelmayr)

Taipei (Taiwan)

Taipeissa Taiwanissa avattiin Maokong-köysirata vuonna 2007. Rata yhdistää Maokongin lähion, temppeelialueen, eläintarhan ja Taipeiin metrolinjaston. Rata palvelee sekä paikallisia asukkaita että turisteja.

Radalla on neljä asemaa ja se on noin 4 km pitkä. Neljän matkustaja-aseman lisäksi radalla on kaksi miehittämätöntä asemaa, joiden avulla radan linjausta on käännetty. Pääteasemien välinen matka-aika on noin 20 minuuttia ja radan maksiminopeus 6 m/s. Rata on ns. gondolirata ja sitä liikennöidään pienillä kahdeksan henkilön koreilla. Radalla on ollut noin 16 500 matkustajaa päivässä.

Rata on ollut normaalikäytössä luotettava: luotettavuus on ollut 99,5 % eli käyttökatkoksia on ollut keskimäärin 1–2 vuodessa. Lyhyitä käyttökatkoksia on kuitenkin aiheutunut sääolosuhteiden ja teknisten vikojen takia erityisesti liikennöinnin alkuvaiheessa. Vuoden 2008 lopussa rata jouduttiin sulkemaan pidemmäksi aikaa, kun taifuunin aiheuttaman mutavyöryn pelättiin vahingoittaneen yhden tukipylvään perustuksia.





Kuva 3. Taipeiin Maokong-köysirata (Taipei Rapid Transit Corporation, Overview and Future Prospects 2008).

Koblenz, Saksa

Koblentziin Saksaan on juuri valmistunut kaupunkialueen köysirata, jota käytetään vuoden 2011 suuren puutarhamesutapahtuman ajan. Tämän jälkeen rataa käytetään vuosien 2012 ja 2013 ajan talvikuukausia lukuun ottamatta. Rata puretaan 2013. Syynä on lähinnä se, että rata ylittää Rhein -joen kulttuurihistoriallisesti suojellun alueen.

Radalla on kaksi asemaa. Radan pituus on noin 1 km ja nopeus 15–20 km/h. Radalla kulkee koreja puolen minuutin välein ja sen matkustajakapasiteetti on 3 800 matkustajaa tunnissa / suunta. Kore-

ja kulkee radalla 18 ja niihin mahtuu 35 matkustajaa. Rata on kapasiteetiltaan suurimpia olemassa olevia köysirataratkaisuja.

Rata toimii ensisijassa messuvieraiden kulkuvälineenä, mutta palvelee myös kaupunkilaisia. Köysirata valittiin bussilinjoiden sijasta kuljetusmuodoksi mm. siksi, että se oli bussilinjoihin ympäristöystävällisempi ja taloudellisempi.



Kuva 4. Koblenzin köysirata (Doppelmayr)

Singapore

Singaporessa toimii köysirata, joka kulkee Sentosan saaren, satama-alueen liike- ja kaupallisen keskuksen sekä läheisen vuoren turistinähtävyyksien välillä. Köysirata on ollut toiminnassa jo yli 30 vuotta, mutta se uusittiin täysin muutama vuosi sitten. Radalla on kolme asemaa (pääasemat ja yksi väliasema). Väliasemalta on hyvät vaihtoyhteydet Singaporen bussilinjoihin sekä raideliikenteeseen. Radan pituus on noin 1,7 km ja nopeus noin 18 km/h. Radalla kulkee koreja 10 sekunnin välein (yhteensä 94 koria) ja sen matkustajakapasiteetti on 2 800 matkustajaa tunnissa.

Rata palvelee ensisijassa turisteja ja toimii eräänä kaupungin vetovoimatekijänä: rataa itsessään pidetään turistikohteena. Tästä syystä radalla kulkevien korien varusteluun ja ulkoasuun on panostettu huomattavasti: yhdessä VIP-tason korissa on mm. informaatio- ja viihdelaitteiden käyttömahdollisuudet ja minibaarit.



Kuva 5. Singaporen köysirata (Doppelmayr)

Sotsi, Venäjä (toteutusvaiheessa)

Sotsiin on suunniteltu köysirata vuoden 2014 olympiakisoja varten. Kaksiosainen rata johtaa juna-asemalta hiihtolajien kisapaikalle. Radalla on 2 asemaa. Radalla kulkee 53 koria, joista osa soveltuu myös ajoneuvojen kuljetukseen. Radan matkustajakapasiteetti on 4 500 matkustajaa tunnissa / suunta. Radan pituus on 3,1 kilometriä. Nopeus on noin 20 km/h ja matka-aika noin 10 minuuttia.

Lontoo (suunnitteilla)

Myös Lontooseen on suunnitteilla köysirata olympiakisoja varten (kesäakisat 2012). Rata yhdistää kisapaikkoja Thames -joen eri rannoilla. Alun perin joen yli oli tarkoitus rakentaa leveä silta, jota paikalliset asukkaat ja ympäristövaikuttajat ovat vastustaneet. Radasta tulisi noin 1 km pitkä ja sitä on ajateltu liikennöitävän puolen minuutin vuorovälillä.

Barcelona, Espanja

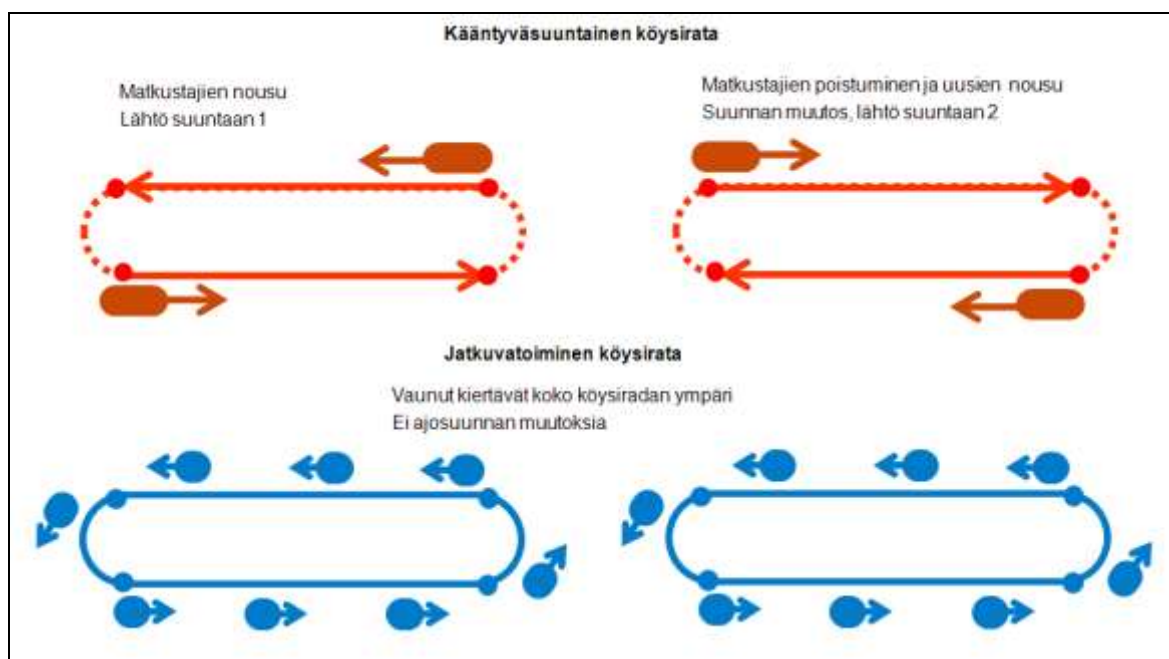
Barcelonassa köysirata yhdistää Montjuic-kukkulan ja Torre Saint Sebastianin. Rata on rakennettu jo 1930-luvulla Barcelonan kansainvälisiä messuja varten. Rata on aiottu purkaa muutamia kertoja, mutta lopulta se päätettiin kunnostaa ja avata uudestaan vuonna 2000. Rata on käytännössä turistikäytössä. Rata on noin 1,3 km pitkä ja sen nopeus on 3 m/s. Koreihin mahtuu 20 matkustajaa.

3 Köysiratojen teknisiä ominaisuuksia ja erityiskysymyksiä Helsingin näkökulmasta

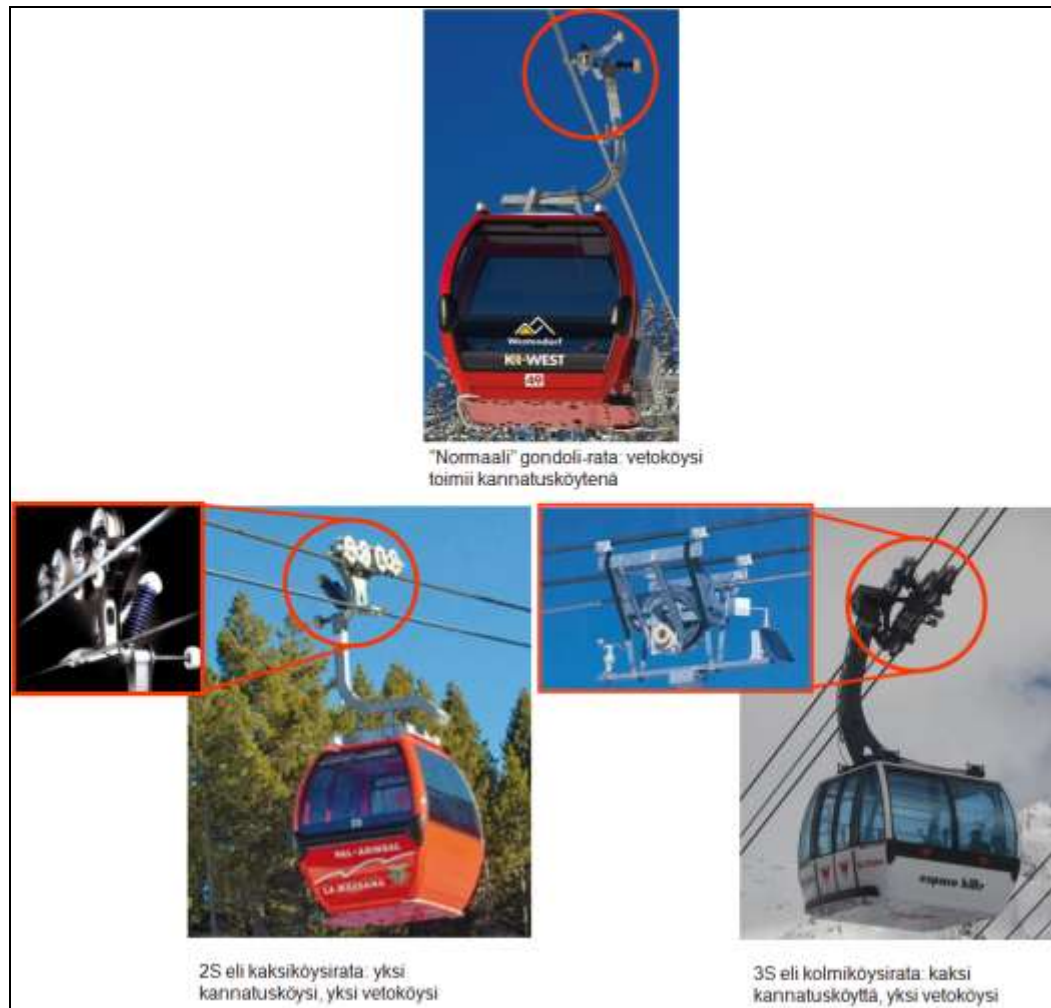
3.1 Fyysisistä rakenteista ja järjestelmän toiminnasta

Köysiratojen toteutuksessa on kolme erilaista periaateratkaisua (*Hercules Aerial Tram/Mobility Study & Report, Reconnecting America 2007*):

- ”Kääntyväsuuntainen köysirata (pendeli)”. Rataa operoidaan kahdella (yleensä suurella) korilla kahden pääteaseman välillä. Korit pysähtyvät aseman kohdalla. Matkustajien purun ja lastauksen jälkeen radan suunta käännetään ja korit palaavat takaisin.
- ”Jatkuvatoiminen yksiköytinen kiertoköysirata (gondoli)”. Korit on kiinnitetty pääköyteen (vaijeriin), jonka mukana ne kiertävät koko järjestelmän ympäri. Korit irrotetaan pääköydestä lastaus- ja purkutoimintoja varten aseman kohdalla erilliselle hitaasti liikkuvalla kuljetinradalle ennen liittymistä takaisin pääköydelle. Radoilla on yleensä kaksi asemaa, mutta myös väliasemia voidaan tehdä.
- ”Jatkuvatoiminen kaksi- (2S) ja kolmiköytinen kiertoköysirata (3S)” ovat toimintaperiaatteiltaan samanlaisia kuin gondoli-radat, mutta niissä on vetoköyden (päävaijeri) lisäksi 1 tai 2 kannatusköyettä, jotka tukevat ja ohjaavat korin kulkua. Näin päästään pidempiin ratapituuksiin, laajempiin käyttöolosuhteisiin (keliominaisuudet) sekä suurempaan korikokoon ja matkustajakapasiteettiin.



Kuva 6. Kääntyväsuuntaisen köysiradan ja jatkuvatoimisen kiertoköysiradan ero (Doppelmayr)



Kuva 7. Jatkuvat toimivien gondoli-, 2S- ja 3S-köysiratojen ero (valokuvat Doppelmayr).

Suosittelavin ratkaisu pitkiin köysiratoihin on 3-köysijärjestelmä (ns. 3S-köysirata), jossa on 2 kannatusköyttä ja 1 vetoköysi. 3-köysijärjestelmä on huomattavasti vakaampi kuin 2-köysijärjestelmä ja mahdollistaa laajemmat käyttöolosuhteet.

Vaakasuunnan linjausta voidaan muuttaa ainoastaan asemien kohdalla, koska radan kääntö vaatii rengaskuljettimen. Tukipylväiden kohdalla linjausta ei voida muuttaa. Normaaliaseman lisäksi linjauksen käännössä voidaan käyttää ns. "kylmää asemaa" eli perustuksiltaan ja köysirata tekniikaltaan asemaa vastaavaa kääntöpistettä, jossa ei kuitenkaan ole laitureita tai muita matkustajatoimintoihin liittyviä rakenteita. "Tyhjän" aseman rakentaminen pelkästään linjausta varten on kallista. Tyhjällä asemalla säästetään lähinnä henkilöstökustannuksissa.

Pystygeometria ja pituusprofiili ovat riippuvaisia köysiradan rakenteesta. Jyrkimpänä nousukulmana voidaan käyttää noin 25 %:ia.

Erityisesti asemille ja tukipylväille välittyy voimakkaita jännityksiä ja vetovoimia. Perustukset on mitoitettava riittäviksi. Yksi ratkaiseva tekijä tukipylväiden sijainnin, korkeuden ja radan ulkonäön sekä hinnan suhteen on radalle asetettava alikulkukorkeusvaatimus.

Fyysiset rakenteet kannattaa yleensä mitoittaa alkuvaiheessa tarvittavaa matkustajakapasiteettia suuremmalle matkustajamäärälle. Korimäärän ja kapasiteetin lisääminen ja vuorovälin lyhentäminen on tällöin yksinkertaista ja edullista lisäämällä koreja radalle. Sen sijaan tilanteessa, jossa rakenteet eivät enää salli kuorman lisäämistä, matkustajakapasiteetin lisääminen on kallista.

Köysiratajärjestelmä vaatii käyttökoneiston, kääntöaseman, korivaraston ja operointi- ja valvontakeskuksen.

Lisäksi jokaisella asemalla tarvitaan erilaista turvatekniikkaa. Turvatekniikkalaitteet kuuluvat laite-toimitukseen.

Korien välimatkat pääköydellä pidetään tasaisina ja ne lähetetään varastosta ja asemilta radalle aina köysiradalle ominaisin tasavälein. Tasausta tapahtuu asemalla: jos yksi kori joutuu hidastamaan tavallista kauemmin, myös takana tulevien korien lähetys takaisin pääköydelle viivästyy. Korien etäisyydensäätö, hidastuminen ja irtoaminen köydestä ja kiinnittyminen uudelleen köyteen tapahtuvat automaattisesti. Mahdollisesti vikaantuneet korit pystytään tarvittaessa poistamaan linjalta syrjään millä tahansa asemalla.

Korit ajetaan varastoon yötauoiksi ja mahdollisiksi huoltotauoiksi. Varastoon ajo ja korien purku varastolta on yleensä automatisoitu. Esimerkiksi noin 60 korin järjestelmän ajo varastoon tai tuonti takaisin liikennöintiin kestää noin 20 minuuttia.

Seuraavassa on esitetty muutamia kolmiköysiratajärjestelmän toimintaan liittyviä tunnuslukuja:

- 3S-köysirataratkaisun arvioitu maksimikapasiteetti on noin 5 000 matkustajaa / suunta / tunti.
- Pääköyden nopeus on yleensä 7,5 m/s (säädetävissä). CEN-normit määräävät tällä hetkellä suurimmaksi sallituksi nopeudeksi 8 m/s.
- Nopeus asemalla on yleensä 0,3 – 0,5 m/s.
- Kori ei pysähdy perustilanteessa asemalla ilman erillistä pysäytystä, vaan on koko ajan liikkeessä. Em. nopeus on kuitenkin yleensä ollut riittävän alhainen matkustajien nousu- ja poistumistoimintoihin. Tarvittaessa kori voidaan erillistoimintona pysäyttää. Tällöin koko köysirata pysähtyy hetkeksi.

Erityiskysymyksiä Kruunuvuorenranta – kantakaupunki -köysiradalla

Vaadittava alikulkukorkeus meren yllä on 21 m, mikä ei ole ongelma.

Tukipylväiden ja aseman perustusten mitoitusvaatimukset ovat erityisen haasteellisia kantakaupungin kääntöasemalla (Hakaniemi) maanalaisten olemassa olevien rakenteiden vuoksi.

Käyttökoneisto ja korivarasto sijoitetaan Kruunuvuorenrannan aseman yhteyteen. Kruunuvuorenrannan puolella tilaa on paremmin löydettävissä, vaikka alueen kaavoitus voi aiheuttaa joitakin ongelmia. Järjestelmän päävalvonta- ja ohjauskeskus kannattaa sijoittaa korivaraston yhteyteen.

3.2 Asemat, korit, matkustusmukavuus ja esteettömyys

Asemat

Asemat voidaan mitoittaa matkustajalähtöisesti. Köysirata-asemien suunnittelussa käytetään yleensä erilaisia standardiratkaisuja, joita on sitten mahdollista muokata käyttötarkoituksen mukaisesti.

Korit

Korit suunnitellaan kutakin rataa varten. 3S-köysiradoilla korien matkustajamäärä vaihtelee 15 henkilöstä 30 henkilöön. Yleisimmin on käytetty 30 henkilön koreja. 20 henkilön korin fyysiset mitat ovat noin 3,5 m (pituus), 2,5 m (leveys) ja 2,4 m (korkeus). Normaali korityyppi painaa 1 000 – 1 200 kg. Korikoko ja muotoilu vaihtelevat käyttötarkoituksen ja radan mukaan, ja niitä voidaan suunnitella myös yksilöllisesti tietylle radalle.

Korit voidaan varustaa joukkoliikennekäyttöön sopivalla sisustuksella, kuten kestävät penkit, tukitangot seisomapaikoille ja tilat lastenvaunuille. Koreissa on tuuletus, mutta koreja ei yleensä lämmitetä, ilmastoida eikä sähköistetä (esim. valaistus puuttuu). Jatkovaa verkkovirtaa koreihin ei ole johdettu, koska sähköistys on turvallisuusvaatimuksista johtuen teknisesti vaikea toteuttaa.

Koreja voidaan kuitenkin varustaa esim. akuin, joita käytetään valaistukseen ja lämmitykseen. Akut latautuvat varastolla ja mahdollisesti sähkökiskoista asemien kohdalla (sovelluksia olemassa istuin hissijärjestelmissä). Esimerkiksi Kanadan Whistlerissä olevan 3S-radan korien valaistus on hoidettu akuin. Akkujen käyttö lämmitykseen on haastavampaa lämmityksen vaatiman tehon ja edelleen akkujen kapasiteettivaatimusten ja painon vuoksi. Eräs tekninen lähtökohta korien lämmittämiseen voi olla busseissa sovellettu kondensaattoriteknikka, jossa kondensaattori lataa energiaa bussin pysähtyessä pysäkeillä seuraavaa pysäkkiväliä varten.

Esteettömyys

Asemilla laiturin ja korin välinen etäisyys ja korkeusero saadaan hyvin pieneksi, mikä parantaa esteettömyyttä. Lisäksi koreja voidaan joko hidastaa merkittävästi tai tarvittaessa pysäyttää asemien kohdalla koriin nousun ja poistumisen helpottamiseksi. Valvoja voi hidastaa koria ja samalla koko rataa pikakytkimellä esimerkiksi 1/2 tai 1/3 osaan nimellinopeudesta, jolloin radan nopeus hidastuu suhteessa saman verran ja koriväli pysyy tasaisena. Valvoja voi hidastaa nopeutta myös portaattomasti. Korivälin taseus pääköydelle lähdettäessä toimii automaattisesti.

Erityisjärjestelyin voi olla mahdollista tehdä asemille yksi paikka, johon yksi kori voidaan tarvittaessa pysäyttää hetkeksi koko köysirataa pysäyttämättä. Järjestelyn toteuttamismahdollisuudet voidaan arvioida tarkemmin vasta, kun köysiradan ominaisuudet on suunniteltu tarkemmin.

Jos matkustaja tarvitsee normaalia enemmän aikaa tai avustusta koriin noustakseen, on hänen ilmoitettava siitä sekä määräasemastaan lähtöaseman valvojalle. Näin valvoja voi auttaa matkustajan koriin ja ”merkitä” korin ohjausjärjestelmään. Ohjausjärjestelmästä määräaseman valvoja saa tiedon, että ko. korissa on henkilö, joka tarvitsee enemmän aikaa tai apua poistuakseen korista. Avustajan läsnäolo asemalla parantaa esteettömyyttä ja vähentää tarvetta radan hidastamiselle.



Kuva 8. Havainnekuva kaupunkiköysiradan esteettömyydestä (Doppelmayr)

Erityiskysymyksiä Kruunuvuorenranta – kantakaupunki -köysiradalla

Alustavan arvion mukaan Helsingin tarpeeseen voidaan valita pienillä muutoksilla joku standardiasemaratkaisusta (koko, sisätilojen layout, laituripituudet jne.). Sen sijaan asemarakennusten arkkitehtuuriin on kiinnitettävä erityistä huomiota kaupunkiympäristössä.

Korien valaistus ja lämmitys (mahdollisesti ilmastointi) on ratkaistava, koska järjestelmä tulee joukkoliikennekäyttöön ja siltä on edellytettävä riittävää matkustusmukavuutta. Valaistus- ja lämmityskysymykset on ratkaistava yhteistyössä laitetoimittajan kanssa toteutussuunnitteluvaiheessa (esim. akut, kondensaattoritekniikka, lataus asemilla ja varastolla tms.). Singaporen ”luksusradalla” sähköistys on ratkaistu teknisesti akuin, mutta järjestelmä on asennettu vain yhteen VIP-koriin.

Korin mitoituksessa on varauduttava riittävään väljyyteen. Edellä esitetty esimerkki korimitoista ei välttämättä takaa riittävää matkustusmukavuutta ja istuinpaikkojen riittävyyttä joukkoliikennekäytössä. Korien sisustuksen ja materiaalien on oltava ilkeäkestäviä, helposti puhdistettavia ja korjattavia.

Laitetoimittajan mukaan maailmalla käytössä olevissa köysiradoissa ei ole ollut erityisiä ongelmia pyörätooleilla kulkevien tai muiden liikuntarajoitteisten osalta.

3.3 Käyttö, ylläpito ja huoltotarve

Energiankulutus

Köysiratajärjestelmät on arvioitu melko energiatehokkaiksi suhteessa saavutettavaan kuljetuskapasiteettiin ja vaihtoehtoihin kulkumuotoihin. Raskaammilla köysiradoilla on käytössä noin 500–1 000 kilowatin sähkömoottoreita.

Tarvittava henkilökunta

Operointi vaatii minimissään yhden henkilön / asema ja heidän lisäksi koneenkäyttäjän.

Päivittäinen huolto

Järjestelmä tarkistetaan päivittäin ennen liikenteen aloittamista. Minimissään tarvitaan noin kolmen tunnin huoltoaika vuorokaudessa. Päivittäisessä huollossa noudatetaan huoltoaikataulua, joka käsittää järjestelmän erilaisia pienkorjauksia. Korien osalta korjaukset voidaan ajoittaa myös keskelle päivää, koska kaikkien korien ei tarvitse olla liikenteessä.

Vuosihuolto ja arviot laitteiston käyttöiästä

Vuositarkastukselle ja -huollolle on varattava 1–2 päivää vuodessa. Muuta pidempää vuosittaista huoltokatkoa liikennöintiin ei vaadita.

Järjestelmän pääosat vaativat suhteellisen vähän huoltoa ja ovat pitkäikäisiä. Keskeiset osat vaihdetaan perushuoltovälin määräämin aikaväleihin. Perushuoltoväli voidaan määrittää tarkemmin vasta, kun järjestelmän ominaisuudet on suunniteltu tarkemmin. Perushuoltovälin määrittelee laitetoimittaja. Alla on kuitenkin esitetty joitakin alustavia arvioita eräiden osien uusimistarpeesta:

- Veto- ja kannatusköydet 30 v
- ”Rullakumit” 5 v
- Vetopyörien laakerit 30 000 h (noin 4–5 v)

Perusvaraosia on nopeasti saatavilla äkillisiä vikatilanteita varten. Näissä tilanteissa huoltotyön kesto määrää käyttökatkoksen. Huoltokatkosten tarve pienenee sekä järjestelmän osien käyttöikä kasvaa, jos järjestelmää hoidetaan huolellisesti (mm. päivittäiset tarkistukset, pienhuollot).

Eritiskysymyksiä Kruunuvuorenranta – kantakaupunki -köysiradalla

Kruunuvuorenrannan rataa liikennöidään noin 20 tuntia päivässä ympäri viikon. Operointihenkilökuntaa tarvitaan kolmeen työvuoroon minimissään 5. Minimimiehityksen lisäksi pääasemilla saatetaan olla tarvetta ruuhka-aikoina ruuhkasuuntaan kahdelle valvojalle, jotta jatkuva ja riittävä valvonta voidaan turvata. Asemilla saatetaan myös tarvita vartijoita yö- ja ilta-aikaan turvallisuussyistä.

Vaikka rata kulkee meren yllä, korroosio tms. ei aiheuta merkittävää huoltotarpeen kasvua toimittajan mukaan.

3.4 Turvallisuus

Köysiratojen turvallisuutta ohjaa EU:n köysiratadirektiivi (2000/9/EY) ja Valtioneuvoston asetus henkilökuljetukseen tarkoitetuista köysiratalaitteistoista 253/2002. Direktiivin mukaan pelastustoimet on saatava käyntiin viimeistään 30 minuutin kuluessa onnettomuudesta.

Kullekin köysiradalle laaditaan ko. rataa koskeva yksityiskohtainen turvallisuusanalyysi ja -selvitys sekä pelastussuunnitelma eri tilanteita varten. Pelastussuunnitelma laaditaan yhdessä pelastusviranomaisten kanssa.

Köysirata tarkastetaan ja koekuormitetaan ennen käyttöönottoa virallisesti hyväksytyjen asiantuntijoiden toimesta. Viralliset asiantuntijat tekevät myös vuosittaiset määräaikaistarkastukset.

Köysiradan tuki- ja muut rakenteet suunnitellaan ja mitoitetaan pahimpiin (sää-)olosuhteisiin. Mitoituksessa käytetään varmuuskerrointa 4. Laitetoimittajan mukaan 3S-köysiratajärjestelmä toimii vielä 25 m/s tuulennopeuksilla turvallisesti. Tämän rajan jälkeen köysiradan liikennöinti keskeytetään. Tarvittaessa köysiradan nopeutta lasketaan jo ennen olosuhderajan saavuttamista, jos esim. korien heiluminen alkaa vaikuttaa matkustusmukavuuteen.

Köysiradan köysiä ei ole katkennut tai koreja pudonnut missään päin maailmaa laitetoimittajan (Doppelmayr Finn Oy) tietojen mukaan. Tilastollisesti köysirata on yksi turvallisimmista kulkumuodoista.

Kriittisimpänä ongelmana voidaan pitää järjestelmän pysähtymistä ja korien jäämistä asemien välille. Tällaiset tilanteet ovat hyvin harvinaisia, koska useimmissa teknisissä ongelmatilanteissa korit voidaan ajaa asemille erillisen diesel-käyttöisen varamoottorin avulla. Jos korit kuitenkin jumiutuvat linjalle eikä rataa voida pyörittää, tehdään korien evakuointi pelastussuunnitelman mukaisesti. Alla on muutamia esimerkkejä tällaisissa tilanteissa käytetyistä pelastusmenetelmistä.

- Köysipelastaminen: pelastusryhmä siirtyy köyteen kiinnitettävän rullaimen varassa korilta toiselle ja laskee matkustajat pelastusköyden varassa maahan, veden päällä esim. lautalle (sallittu 100 m pelastamiskorkeuteen asti)
- Pelastamisvaunu: köysirata voidaan tarvittaessa varustaa pelastamisvaunuilla, jotka vedetään asemille ja pylväille sijoitettujen vinssien avulla köysiradan köysiä pitkin korien luokse. Pelastamisvaunulla siirretään matkustajat turvaan tai hinataan korit pois köysiradalta.
- Erillinen pelastusrata: vaikeimmille rataosuuksille pääköyden linjan päälle voidaan rakentaa pienemmän köyden varassa toimiva erityinen pelastusrata, jolla voidaan ajaa pientä pelastuskoria pääradasta riippumatta.
- Köysiradan tyhjäksi ajo (esim. Koblenzin 3S-rata): rakenteellisilla erityistoimenpiteillä (mm. varalaakeristot, radan irtikytkemismahdollisuus voimansiirtolaitteistosta) varmistetaan vähintään 1 kierroksen ajo lähes kaikissa vakavan jumiutumisenkin aiheuttavissa harvinaisissa vauriotilanteissa.
- Pelastus ilmateitse: evakuointi pelastushelikopteriin kuten merionnettomuuksissa (ei juuri käytössä).

Laitetoimittajan (Doppelmayr Finn Oy) laatima tarkempi kuvaus pelastusmenetelmistä ja muista turvallisuuteen liittyvistä seikoista on esitetty liitteessä 1.

Seuraavassa taulukossa on koottu eräitä varautumiskeinoja yleisimmin kysytyihin riskitekijöihin.

Taulukko 1. Köysiratojen riskitekijöitä ja varotoimia.

Riskitekijä ja seuraus	Varotoimi
Koko järjestelmän sähkökatko → korit jäävät asemien väliin	Diesel -varamoottori, jolla korit voidaan ajaa päätepysäkeille.
Vika radan ohjausjärjestelmässä → rata joudutaan pysäyttämään ja korit jäävät asemien väliin	Diesel -varamoottori, jolla korit voidaan ajaa päätepysäkeille.
Kääntöpyörän paha laakerivaurio (jos koneistossa ei ole hätäkäyntilaakeria) → koko rata pysähtyy	Matkustajat noudetaan koreista laaditun pelastussuunnitelman mukaisesti. Uusimmilla menetelmillä rata voidaan ajaa tyhjäksi pääjärjestelmän jumiutumisesta huolimatta. Joillakin radoilla korit voidaan myös noutaa erikoisvalmisteisella pelastuskorilla yksi kerrallaan. Myös muita menetelmiä on käytössä.
Tuuli / olosuhteet → käyttökatkot, ajo liian huonolla säällä	Järjestelmä mitoitetaan huonoimpiin olosuhteisiin riittävillä varmuuskertoimilla. Rataa ei käytetä olosuhderajojen (tuulennopeus yli 25 m/s) ylittyessä. Rata on varustettu automaattisilla mittausjärjestelmillä, jotka varoittavat tuulennopeuden lähestyessä asetettuja hälytysrajoja. Yli 25 m/s tuulennopeudet ovat harvinaisia Helsingissä. Ilmatieteenlaitoksen mukaan Harmajan havaintoasemalla ei ole ollut vuoden 1995 jälkeen havaintoja yli 25 m/s keskituulennopeuksista. Päiviä, jolloin puuskanopeus on ollut yli 25 m/s, on 4 kpl. Köysirata kulkee mittausasemaa korkeammalla, joten tuulet ovat edellä esitettyä voimakkaampia. Käyttökatkokset sään takia jäänevät kuitenkin vähäisiksi.

Erityiskysymyksiä Kruunuvuorenranta – kantakaupunki -köysiradalla

Pelastusmenetelmän suunnittelussa korostuu se, että rata kulkee meren yllä. Lisäksi jos rata ylittää asuin- tai muita rakennuksia, on varmistettava rakenteiden ja radan paloturvallisuus tilanteissa, joissa radan alapuolinen rakennus syttyy palamaan.

Kruunuvuorenrannan rata ei olisi laitetoimittajan mukaan mitenkään erityisen haasteellinen turvallisuus- ja pelastuskysymysten osalta. Kruunuvuorenrannan radalla on kuitenkin sovellettava uusimpia pelastus- ja evakuointimenetelmiä, kuten radan tyhjäksi ajoa. Pelkään köysipelastusmenetelmään ei kannata turvautua.

Pelastussuunnitelmassa voidaan varautua esim. kerrostalon paloon siten, että tieto palosta välittyy välittömästi köysiradan operaattorille. Tällöin rata ehditään ajaa hallitusti tyhjäksi.

Asemat ja konetilat on varustettava automaattisin sammutusjärjestelmin.

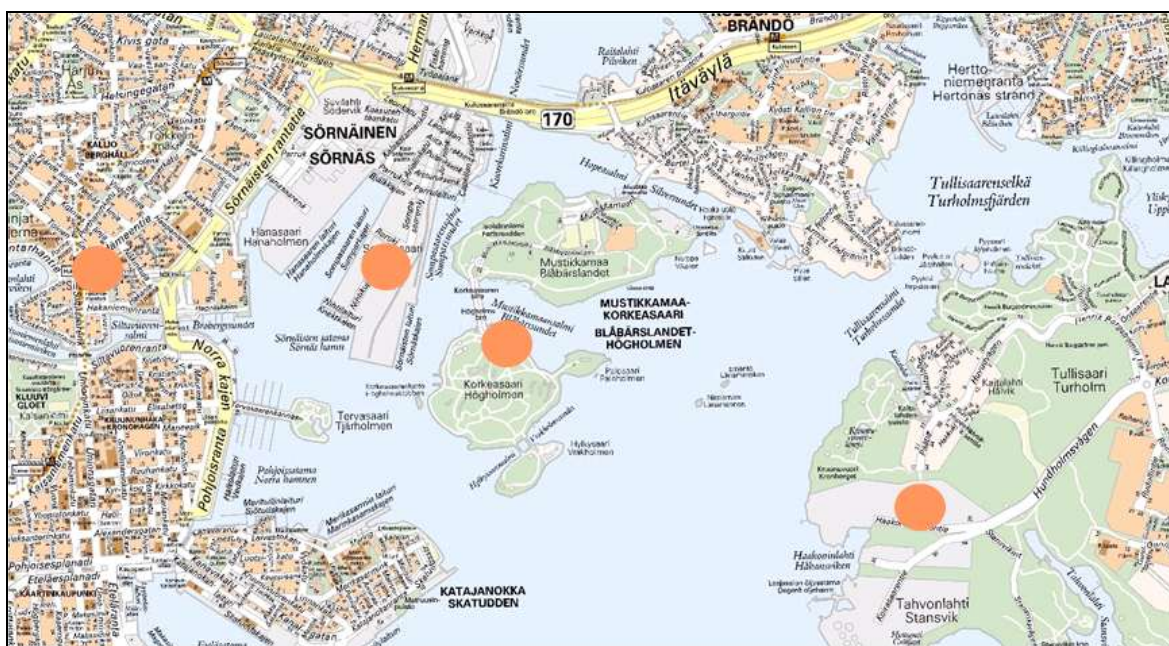
Koreihin pitää pystyä toteuttamaan radioyhteys hätätapauksia varten.

Mahdollisessa tarkemmassa suunnitteluvaiheessa on laadittava tarkemmat laskelmat tuulennopeuksista ja kovien tuulten todennäköisyyksistä köysiradan lopullisessa ajokorkeudessa.

4 Kruunuvuorenranta – Kantakaupunki -köysirata

4.1 Asemat ja yhteydet muihin kulkuvälineisiin

Rata kulkee alustavan suunnitelman mukaan Hakaniemestä Kruunuvuorenrantaan. Keskustan puolella Hakaniemi on valittu pääteasemaksi olemassa olevien hyvien ja monipuolisten vaihtoyhteyksien vuoksi. Hakaniemeä pääteasemana puoltaa myös tuleva Pisara-rata, joka parantaa entisestään köysiradan vaihtoyhteyksiä. Radalle tulee 3–4 asemaa: Hakaniemi, Sompasaari, Kruunuvuorenranta ja mahdollisesti Korkeasaari.

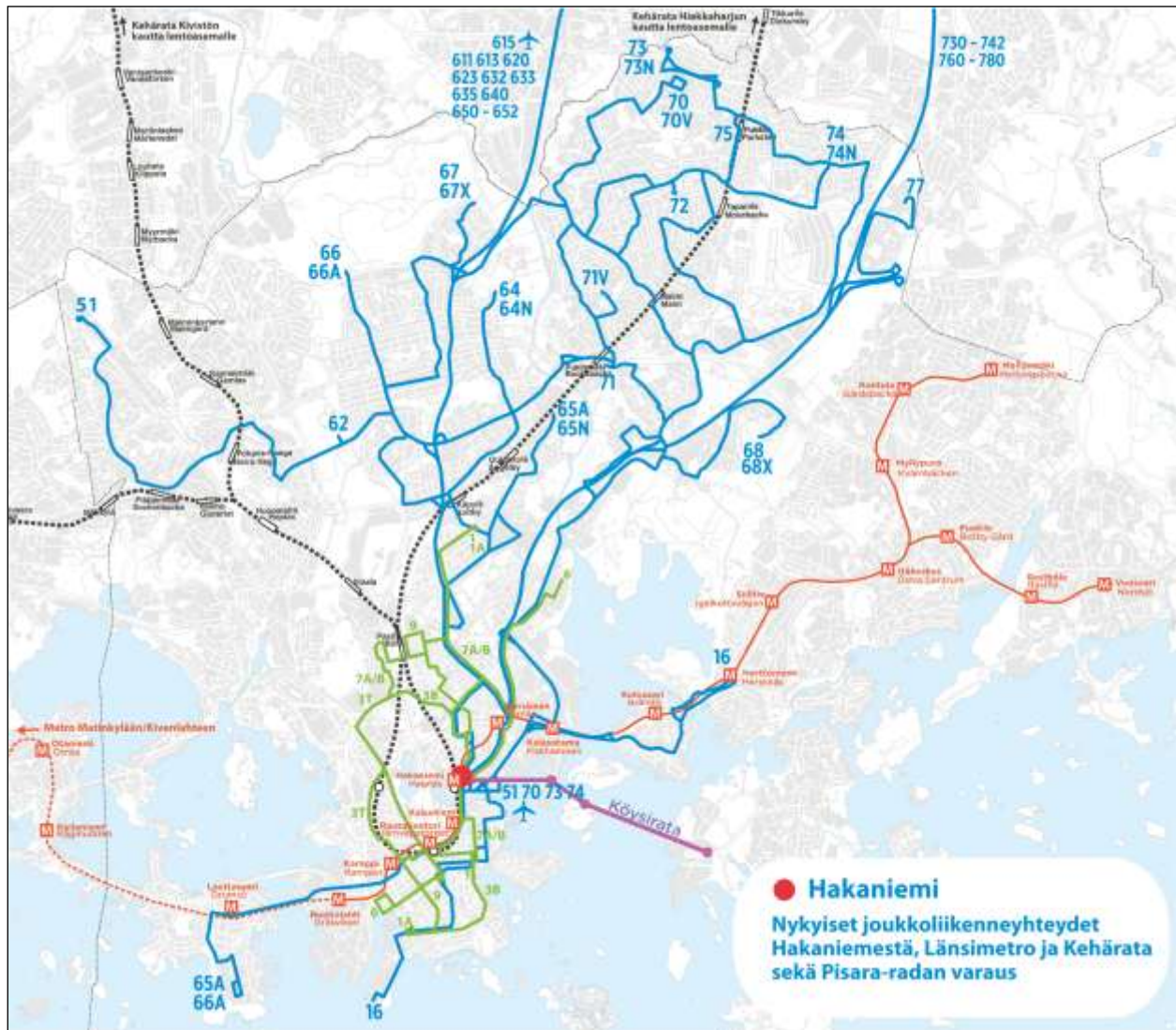


Kuva 9. Kruunuvuorenranta – Hakaniemi -köysiradan asemien alustavat sijainnit (kartta: Helsingin kaupungin paikkatietopalvelut).

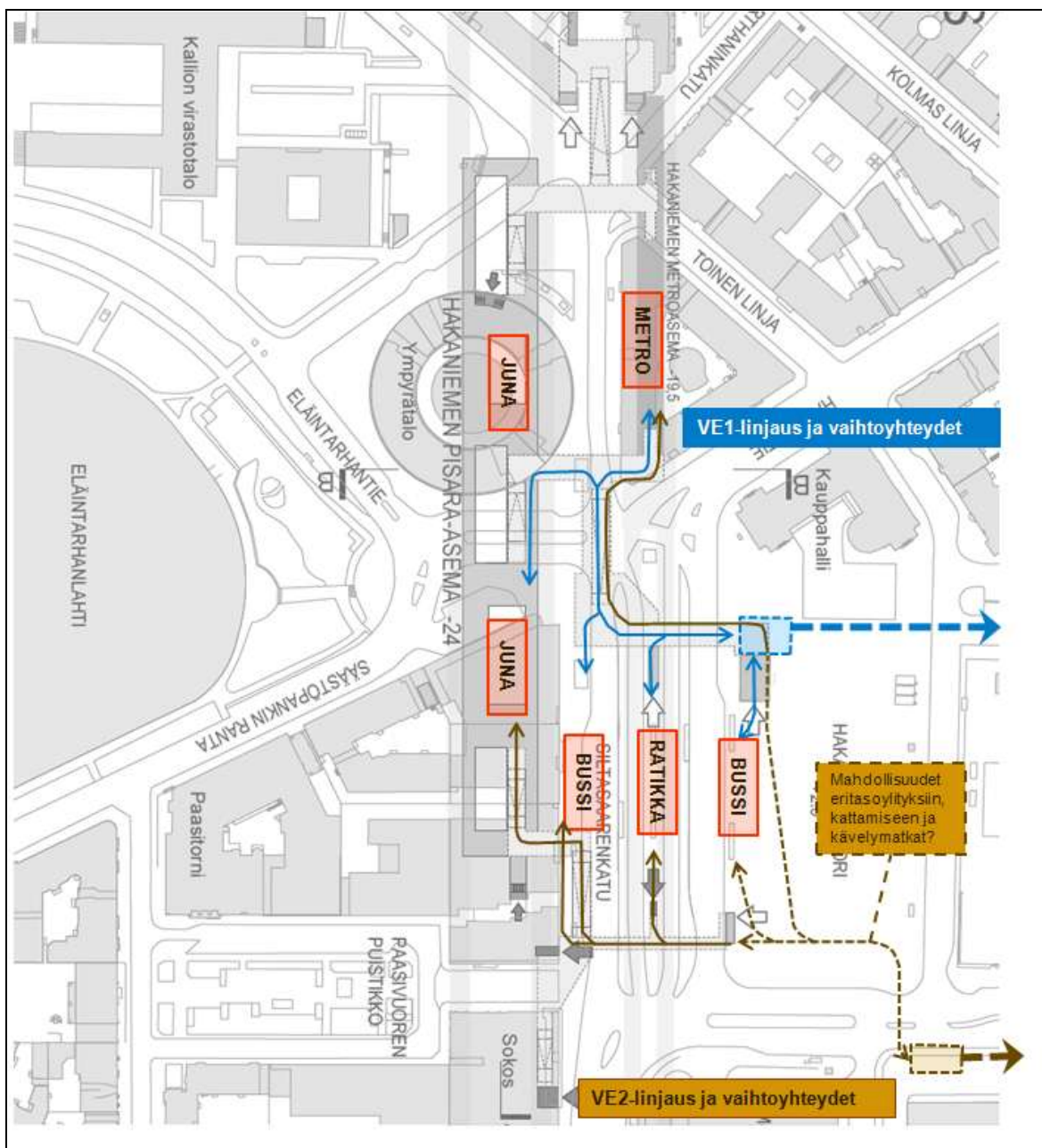
Hakaniemeen on hahmoteltu kahta vaihtoehtoista asemapaikkaa mahdollisten teknisten ja muiden haasteiden vuoksi. Aseman sijainti vaikuttaa radan linjaukseen: VE1-linjaukset lähtevät Hakaniemestä Näkinsillan suuntaisesti ja VE2-linjaus Hakaniemenrannasta kohti Sompasaarta. Linjausvaihtoehtoja on käsitelty seuraavassa luvussa.

Hakaniemi tarjoaa hyvät mahdollisuudet joustaviin, kattaviin ja tiheisiin vaihtoyhteyksiin. Hakaniemen aseman paras sijainti joukkoliikenteen käyttäjien kannalta on kauppahallin edusta (VE1-linjaus). Tämä asettaa aseman arkkitehtuurille suuria vaatimuksia. Lisäksi radan on noustava melko jyrkässä kulmassa, jotta päästään Merihaan rakennusten yli.

Hakaniemen pääteasemasta on suunniteltava sujuva vaihtoasema olemassa oleviin metro-, raitiovaunu- ja bussiyhteyksiin. Köysiradan Hakaniemen asema ja sen kävely-yhteydet on suunniteltava korkeatasoisiksi ja mahdollisimman suurelta osin katetuiksi. Hakaniemen joukkoliikenteeseen ja sen edustavuuteen ollaan muutenkin panostamassa, kun alueelle sijoitetaan uudet design-pysäkit. Köysirata-asema ja vaihtoyhteydet olisi järkevää suunnitella ja toteuttaa Pisara-aseman suunnitellun yhteydessä, mikäli köysiratavaihtoehto etenee jatkosuunnitteluun.



Kuva 10. Hakaniemen joukkoliikenteen vaihtoyhteyksimahdollisuuksia.



Kuva 11. Hakaniemen köysiradan asemavaihtoehtoja ja vaihtoyhteyksiä tilanteessa, jossa Pisara-rata on toteutettu.

Sompasaaren asema palvelee yhteyksiä myös rakentuvan Kalasataman alueelle. Sompasaaren aseman viereen sopisi asuntojen ohella joku vetovoimainen matkailukohde (esimerkiksi Guggenheimin museo).

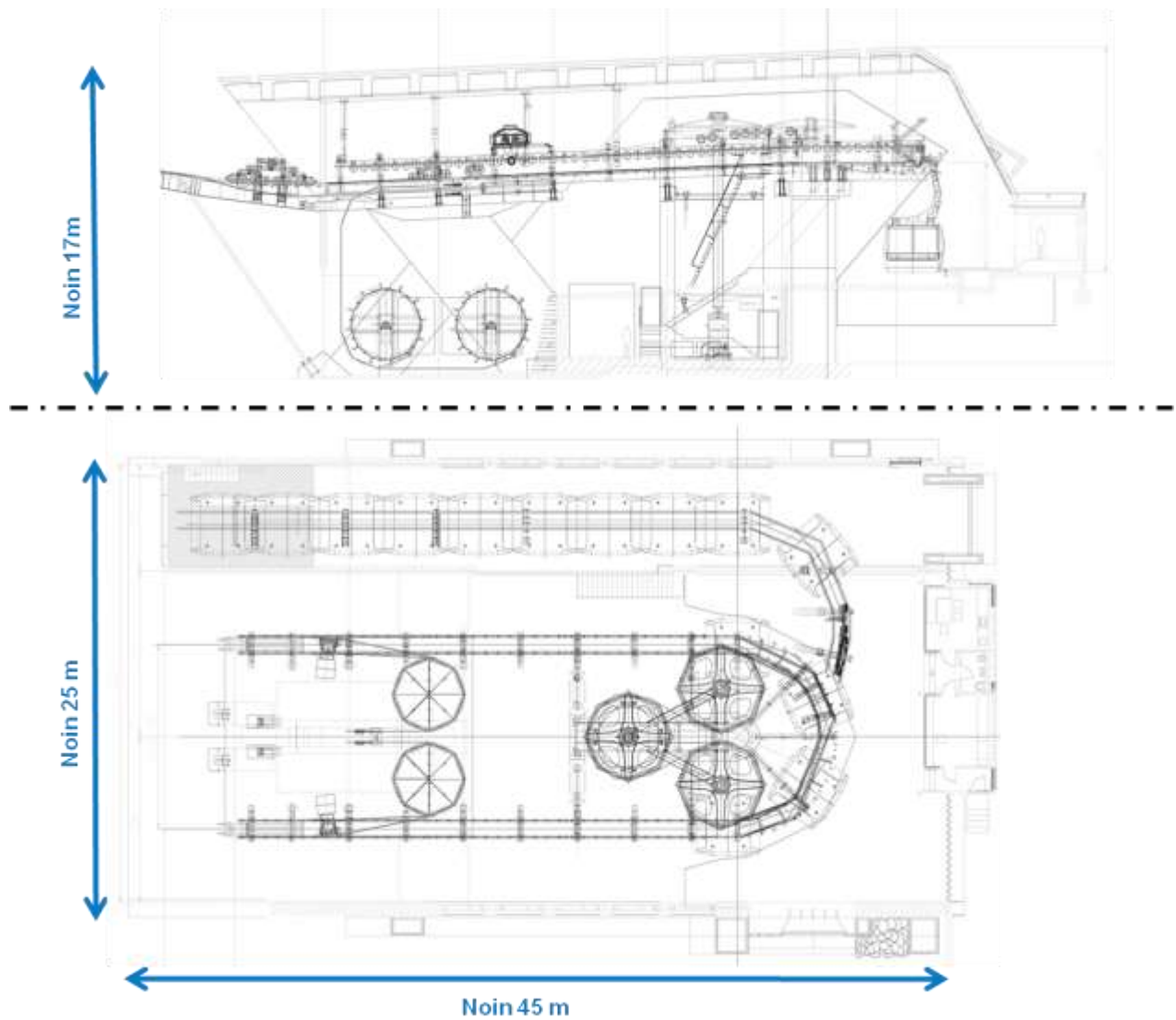
Korkeasaaren asema parantaa Korkeasaaren ja Mustikkamaan saavutettavuutta ja samalla edistää näiden kohteiden ja Helsingin houkuttelevuutta matkailunäkökulmasta.

Kruunuvuorenrannan päässä järjestetään tarvittavat bussiyhteydet köysirata-asemalle esim. jatkamalla tai muokkaamalla olemassa olevien Laajasalo–Herttoniemi -linjojen reittejä. Yhteydet Hertto-

niemen metroasemalle palvelevat myös niitä asukkaita, jotka mahdollisesti ensivaiheessa epäilevät köysirataliikenteen turvallisuutta tai käyttömukavuutta.

Köysiradan ollessa huoltotöiden, sääolosuhteiden tai muun häiriön vuoksi pois käytöstä lisätään poikkeusvuoroja Laajasalo–Herttoniemi -linjalle (Herttoniemen metroasemalle).

Asemien toiminnallisissa perusratkaisuissa voidaan käyttää melko pitkälti olemassa olevien standardiasemien suunnitteluratkaisuja.



Kuva 12. Köysiradan pääteaseman "perusratkaisu" (kuva Doppelmayr).

4.2 Linjaus

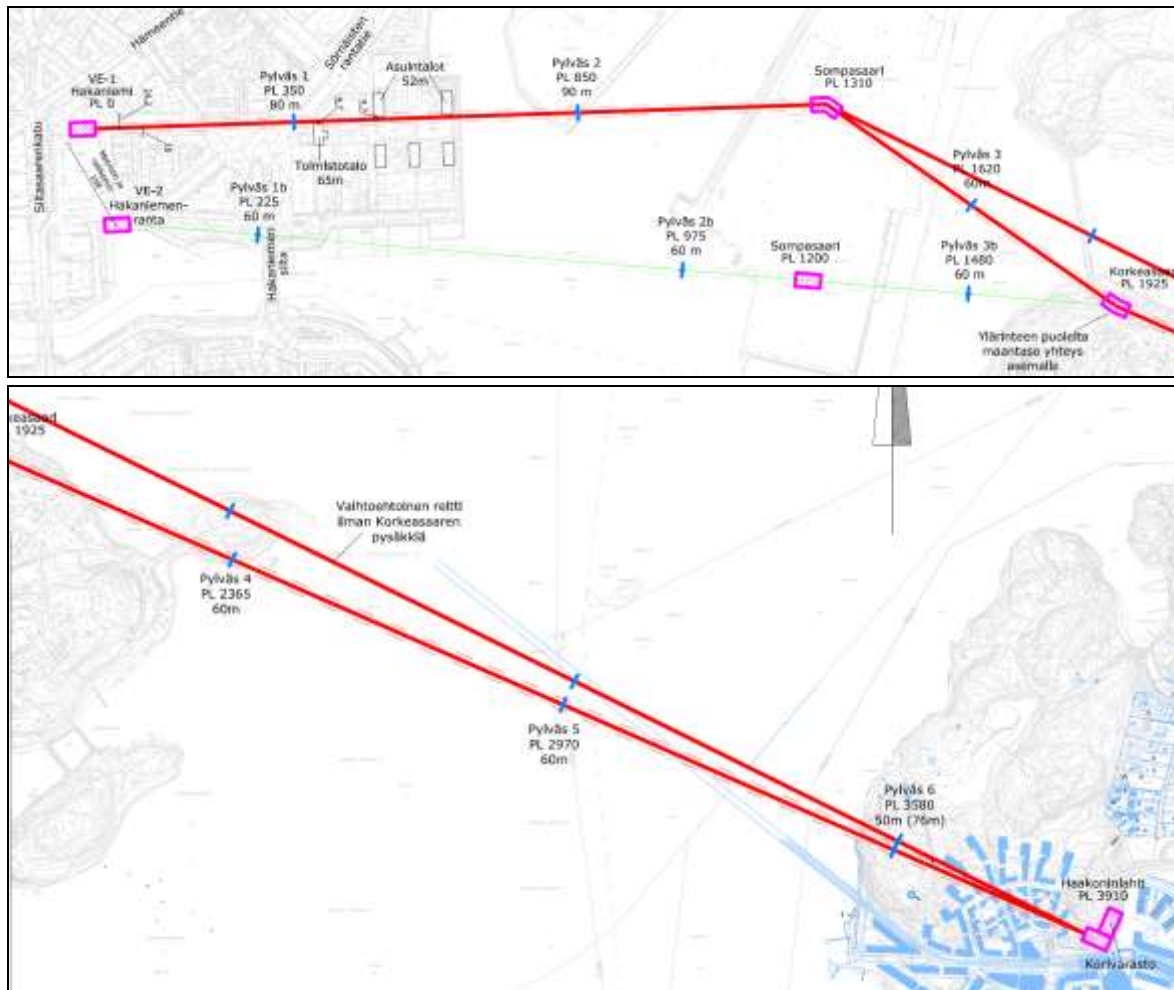
Linjaus on pidettävä suorana asemien välillä teknisistä syistä. Haastavin kohde linjauksen suunnittelussa on Hakaniemi, jossa olemassa olevat rakennukset ja kaupunkiympäristö rajoittavat linjausvaihtoehtoja. Hakaniemessä ensisijainen linjaus kulkee Kauppahallin edustalta Näkinsillan suuntaisesti ja nousee Merihaan talojen ylitse. Jos linjaus aiheuttaa ylitsepääsemättömiä teknisiä, kaupunkikuvallisia tai muita häiriötekijöitä, rataa voidaan siirtää alkavaksi Hakaniemenrannasta.

Linjausvaihtoehtoja on tässä vaiheessa hahmoteltu kolme.

- VE 1: Hakaniemen torin pohjoisreunalta Näkinsillan suuntaisesti Sompasaareen, Korkeasaareen ja Kruunuvuorenrantaan. VE 1:n liittyy haasteita mm. Merihaan rakennusten ylittämässä. Rata on saatava nousemaan rakennusten yli riittävälle korkeudelle sekä asuin ympäristön viihtyisyyden että mahdollisten paloturvallisuusriskien vuoksi (asuinrakennusten tulipalo radan alla). VE 1 on kuitenkin suositeltavin joukkoliikenteen palvelutason sekä Hakaniemen vaihtoyhteyksien kannalta.
- VE 1 (lyhennetty): Hakaniemen torin pohjoisreunalta Näkinsillan suuntaisesti Sompasaareen ja suoraan Kruunuvuorenrantaan. Lyhennetty VE 1 säästää jonkin verran kustannuksia, kun asemien määrä ja linjauksen taitekohdat vähenevät. Toisaalta menetetään erityisesti matkailunäkökulmasta houkutteleva Korkeasaaren yhteys.
- VE 2 (varavaihtoehto): Hakaniemen torin eteläreunalta Sompasaareen, Korkeasaareen ja Kruunuvuorenrantaan. VE 2 vaikeuttaa huomattavasti korkeatasoisten, katettujen vaihtoyhteyksien toteuttamista Hakaniemessä sekä vie Sompasaaren aseman kauemmas maankäytöstä. Toisaalta linjaus saadaan suuremmaksi ja ohitetaan Merihaan korkeat rakennukset.

Alustavat linjausvaihtoehdot on esitetty jäljempänä olevissa kuvissa. Tarkemmat kuvat linjausvaihtoehdoista ja alustavissa pituusprofiileista on esitetty liitteessä 2.

Varsinkin pituusprofiilit ovat vain suuntaa-antavia, koska lopulliset pylväskorkeudet ja sijainnit on suunniteltava erikoisasiantuntijoiden toimesta tarkemman suunnittelun yhteydessä. Pylväiden sijainteihin ja korkeuksiin vaikuttaa erityisesti se, että tukipylväille on varmistettava riittävä vahvuus suhteessa niihin kohdistuviin voimakkaisiin rasituksiin. Lisäksi pituusprofiiliin ja linjaukseen vaikuttavat tarvittavat alikulkukorkeudet ja vaadittavat etäisyydet rakennelmiin.



Kuva 13. Köysiradan alustavat linjausvaihtoehdot.

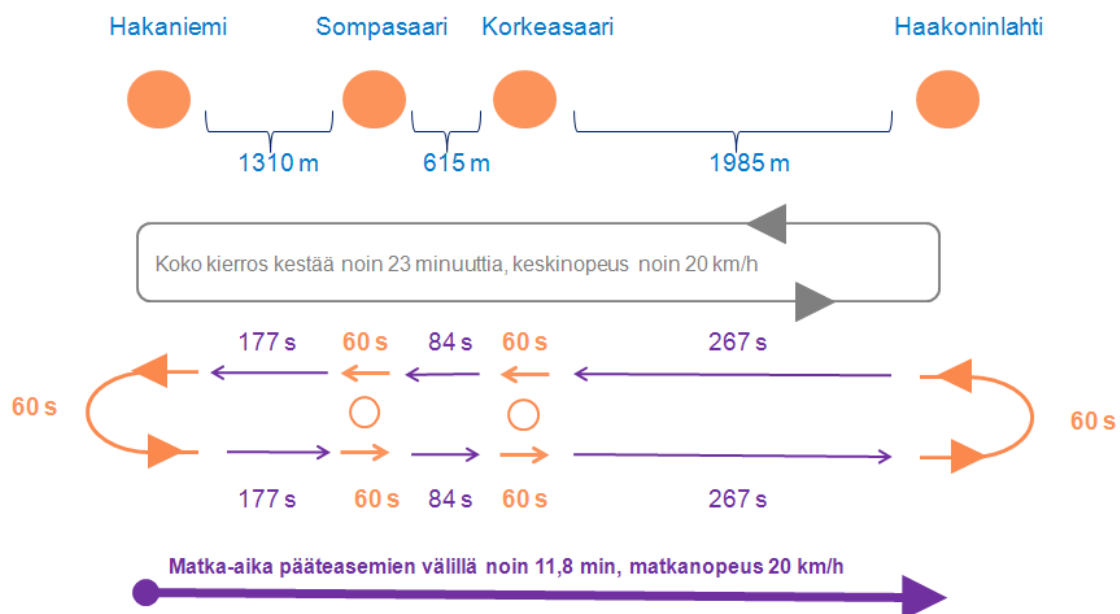
4.3 Matka-ajat ja liikennöintiperiaatteita

4.3.1 Ajoajat

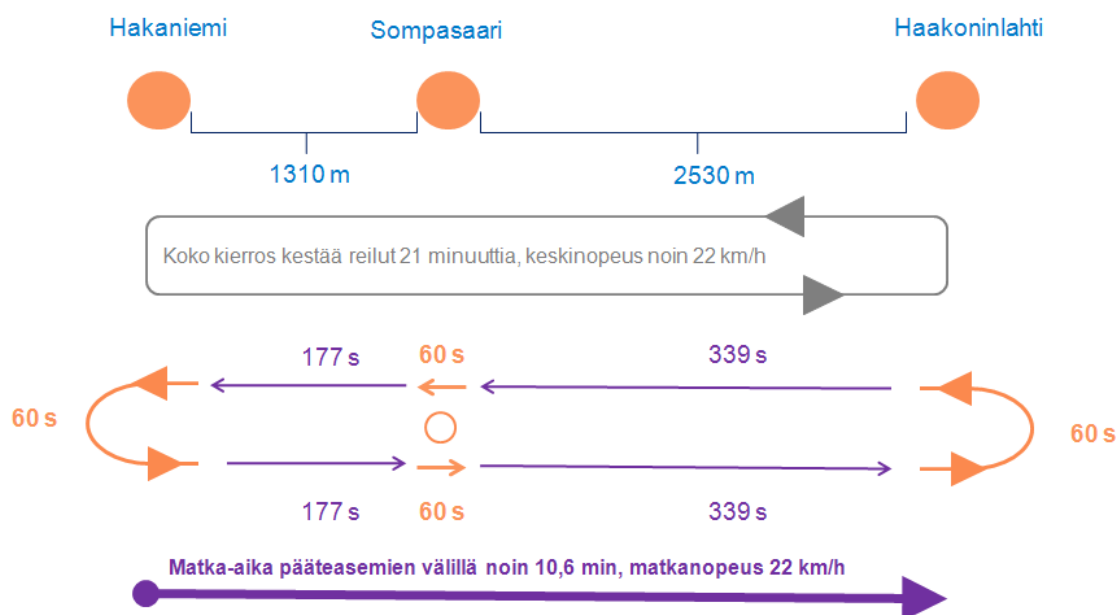
Seuraavissa kuvissa on esitetty linjausvaihtoehtojen ajoaikoja. Laskentaoletuksina on käytetty seuraavia parametreja.

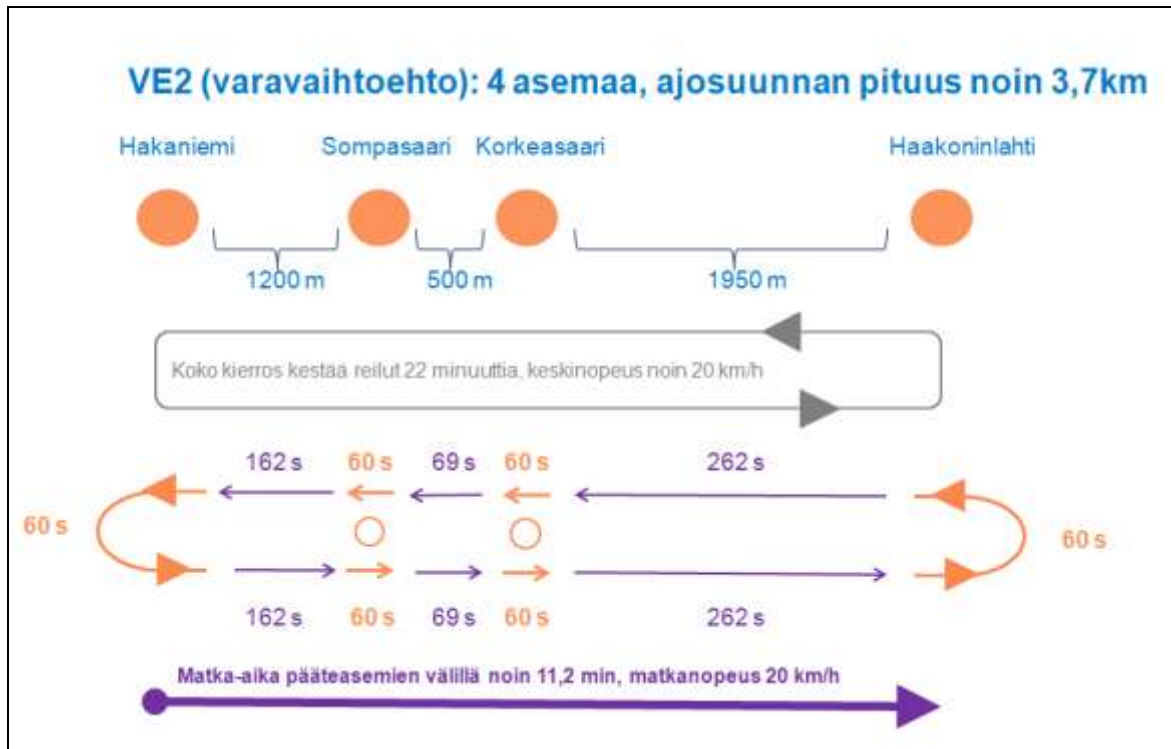
- pääköyden nopeus on 7,5 m/s
- nopeus asemalla 0,5 m/s
- kaikki asemat (hitaasti ajettavat laiturialueet) on oletettu 30 metrin mittaisiksi
- korin kiihtyvyys on noin $1,2 \text{ m/s}^2$ ja hidastuvuus 1 m/s^2 (turvallisuus- ja matkustusmaka-
vuussyistä on valittu melko alhaiset kiihtyvyydet).

VE 1: 4 asemaa, ajosuunnan pituus noin 4 km



VE1 lyhennetty: 3 asemaa, ajosuunnan pituus noin 4 km





Kuva 14. Ajo- ja matka-aika-arviot.

4.3.2 Vuoroväli, kapasiteetti ja korimäärä

Riittävä matkustajakapasiteetti voidaan saavuttaa joko suurilla koreilla ja harvalla vuorovälillä tai pienemmillä koreilla ja tiheämmällä vuorovälillä. Palvelutason kannalta kannattavinta on valita useampi pienempi kori tiheämmällä vuorovälillä. Vaihtoehtojen kustannuserot eivät ole suuria: suurempien korien osalta ylläpitokustannukset jäävät pienemmiksi.

Alustava arvio vuorovälin, palvelutason ja kapasiteetin suhteen sopivaksi korikooksi on noin 20 henkilöä / kori. Tavallisin korikoko on 30 henkilöä / kori, joten pienempien korien käyttö voi aiheuttaa lisäkustannuksia.

Vuorovälitavoitteena voidaan pitää puolta minuuttia, joka takaa käytännössä odotuksettoman vaihdon.

Vaihtoehtoon 1 (4 asemaa) koritarvelaskelma on esitetty alla.

- Linja noin 4 km pitkä
- Keskinopeus asemakohtien hidastuksineen 20 km/h (5,5 m/s)
- → Matka-aika 12 min / suunta
- Haluttu vuoroväli 30 sekuntia (korien välinen matka noin 170 m)
- → koreja 24 kpl / suunta
- → koreja yhteensä 48 kpl
- **Koritarve noin 50 kpl**

Jos radalla liikkuu puolen minuutin välein koreja, joiden matkustajakapasiteetti on 20, on radan teoreettinen matkustajakapasiteetti / suunta / tunti 2 400 matkustajaa. Aamuhuipputunnin kapasiteettitarve on ennusteen mukaan Hakaniemen päässä maksimissaan 1 700 – 1 750 matkustajaa / tunti, joten radan kapasiteetti on tuntitasolla riittävä. Radalla on joka tapauksessa syytä tarjota ylikapasiteettia ennusteeseen nähden, koska kaikki korit eivät aja täysin ja kysynnän satunnaisvaihtelu voi aiheuttaa äkillisiä kysyntäpiikkejä.

Aamuruuhkatunnin sisällä esiintyy havaintojen mukaan lisäksi yleensä 15 minuutin kysyntäpiikki, joka on voi olla suuruudeltaan 1,5-kertainen keskimääräiseen 15 minuutin ruuhkaperiodiin. Jos huomioidaan 15 minuutin maksimikysyntä (noin 600–650 matkustajaa), ei köysiradan kapasiteetti 20 henkilön korein täysin riitä (noin 600 matkustajaa). Tämä voi johtaa lyhytaikaisiin jonoihin asemilla. Ruuhkautumisen purkautumista helpottaa köysiradan lyhyt vuoroväli. Ruuhkautuminen voidaan välttää myös kasvattamalla köysiradan korikokoa esim. 25–30 henkilön koreihin.

Jos siirrytään tarkempaan suunnitteluun, vuoroväli, kysyntä, koritarve ja tarjottava (yli)kapasiteetti on sovittava tarkemmin yhteen kysynnän ja asetettavien palvelutasotavoitteiden kanssa. Tarkemmassa suunnittelussa on arvioitava, riittäisikö radalla esim. 45 sekunnin tai minuutin vuoroväli suuremmalla korikoolla, ja mikä on vuorovälin pidentämisen vaikutus kysyntään. Herkkyystarkastelu kuitenkin osoittaa, että tällä on kohtalaisen pieni merkitys matkustajamäärään.

Todellisuudessa koreja ja matkustajakapasiteettia on helppo lisätä, mikäli radan fyysisten rakenteiden mitoituksessa on varauduttu ensivaiheen tarvetta suurempaan kuormitukseen ja korimäärään.

4.3.3 Matka-aika suhteessa raitiovaunuvaihtoehtoon

Köysiradan ja raitiovaunuvaihtoehdon matka-aikoja on tarkasteltu kahdella menetelmällä.

Tarkastelu 1: Kruunuvuorenranta–Helsingin ydinkeskusta (Rautatieasema)

Köysiradan matka-aikaa ja sen jakautumista matkan eri vaiheille on verrattu raitiovaunuvaihtoehtoon matkalla Kruunuvuorenranta–Helsingin ydinkeskusta (Rautatieasema). Raitiovaunuvaihtoehdon matka-aika-arviot perustuvat KSV:n ja HKL:n tekemään Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkasteluun 2008 (Raporttiluonnos 5.6.2008).

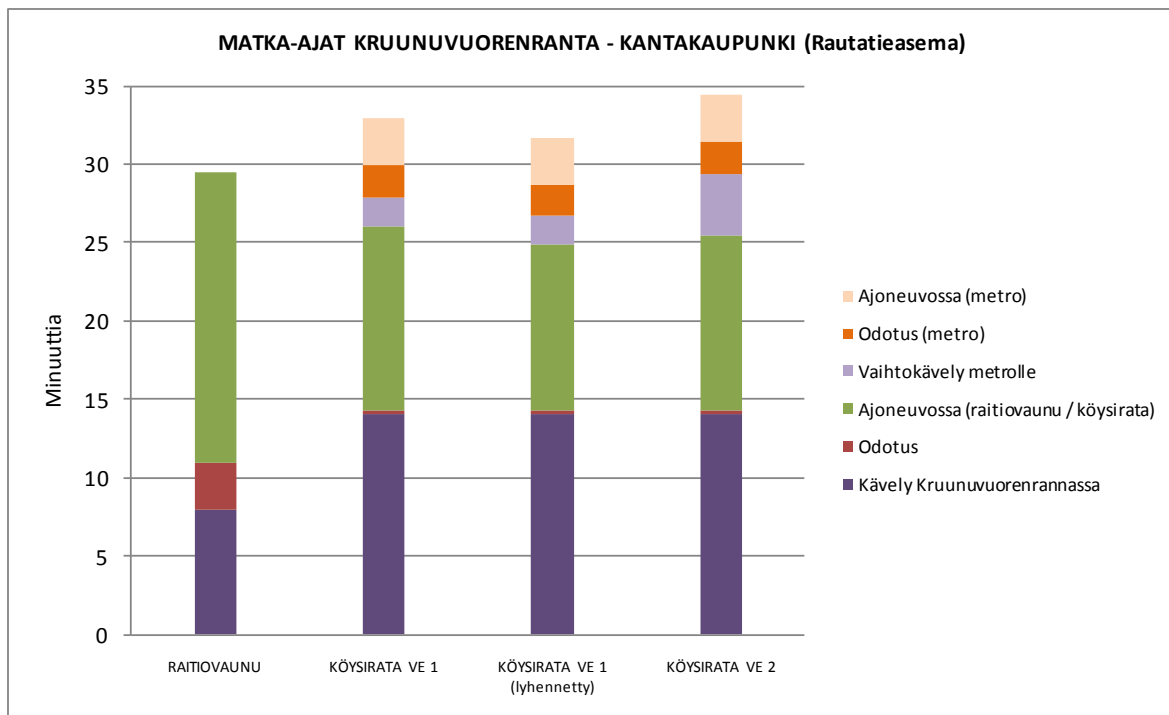
Köysiradan matkustajien matka-aika rautatieasemalle koostuu seuraavista osista.

- Kävely Kruunuvuorenrannan asemalle (oletuksena 14 min, eli sama kuin KSV:n ja HKL:n selvityksessä supistetulla metrovaihtoehdolla, jossa on yksi asema Kruunuvuorenrannassa)
- Odotus asemalla (puolet vuorovälistä eli 0,25 min)
- Köysiradan ajoaika Hakaniemeen (vaihtoehdosta riippuen noin 10,5–12 minuuttia)
- Vaihto metroon, kävely (kävelynopeus noin 5,5 km/h, kävelymatka VE1:ssä noin 200 m ja VE 2:ssa noin 400 m)
- Metron odotus (puolet vuorovälistä eli 2 min)
- Metron ajoaika rautatieasemalle (3 min)

Raitiovaunuvaihtoehdossa matkustajalle ei tule vaihtoa. Raitiovaunuvaihtoehdon ajoneuvossa olo-aika-, kävely- ja odotusaika-arviot perustuvat Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkasteluun.

Kruunuvuorenranta–ydinkeskusta -matka-aika ja sen osat raitiovaunulla ja köysiradan eri vaihtoehtojilla on esitetty seuraavassa kuvassa ja taulukossa. Raitiovaunu on selvästi nopeampi matkalla Kruunuvuorenselän yli, mutta matka-aikaero ydinkeskustaan supistuu köysirata–metro -yhdistelmällä metron nopeuden ja Hakaniemen hyvien vaihtoyhteyksien ansiosta. Laajasalossa raitiolinja tarjoaa laajemman palvelualueen ilman vaihtotarvetta, koska linja jatkuu syvemmälle maankäyttöön. Toisaalta keskustan puolella köysiradalta on nopeammat vaihtoyhteydet ydinkeskustan lisäksi muihin suuntiin.

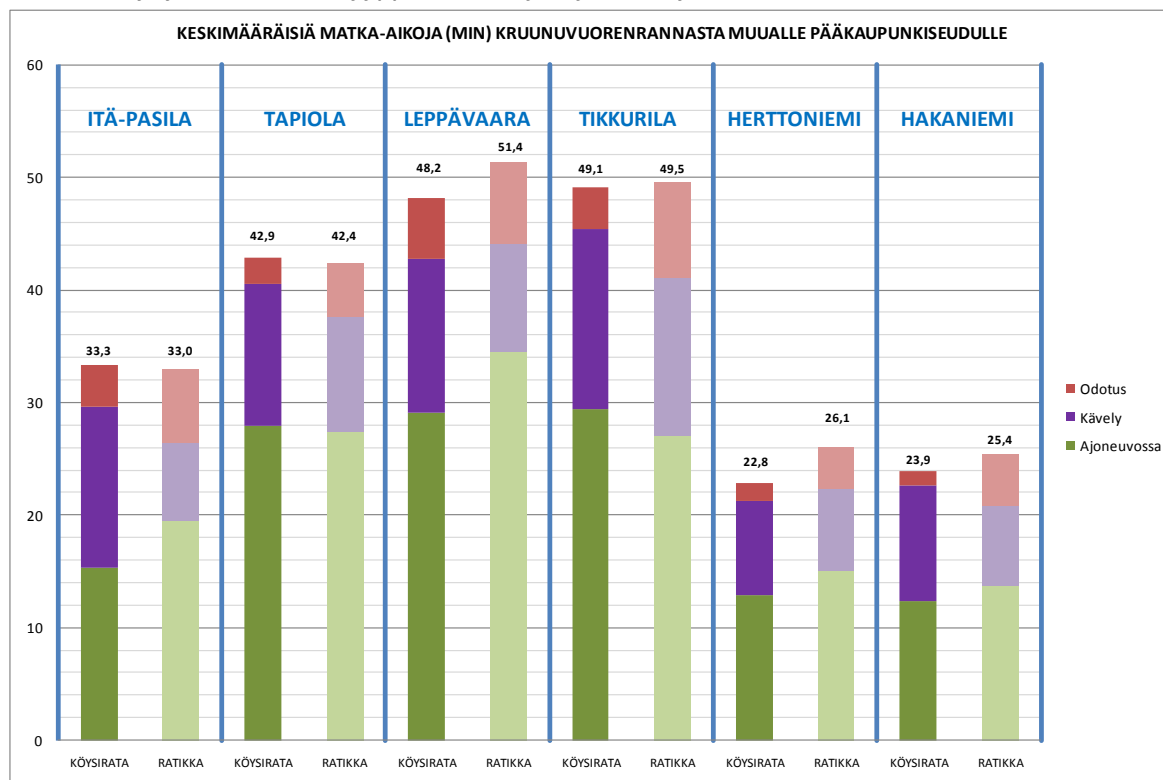
Matka-aika minutteina	RAITIOVAUNU	KÖYSIRATA VE 1	KÖYSIRATA VE 1 (lyhennetty)	KÖYSIRATA VE 2
KRUUNUVUORENRANTA	0	0	0	0
Kävely	8	14	14	14
Odotus	3	0.25	0.25	0.25
Ajoneuvossa (raitiovaunu / köysirata)	6.3	11.8	10.6	11.2
HAKANIEMI (raitiovaunu: Liisankatu)	17.3	26.1	24.9	25.5
Vaihtokävely metrolle	-	1.9	1.9	3.9
Odotus (metro)	-	2	2	2
Ajoneuvossa (raitiovaunu / metro)	12.2	3	3	3
RAUTATIEASEMA	29.5	32.9	31.7	34.4



Kuva 15. Raitiovaunu- ja köysiratavaihtoehtojen matka-ajat Kruunuvuorenrannasta ydinkeskustaan (rautatieasema) matkavaiheittain. Raitiovaunuvaihtoehdon matka-ajat ja köysiradan kävelyajat Kruunuvuorenrannassa perustuvat Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkasteluun 2008 (Raporttiluonnos 5.6.2008).

Tarkastelu 2: köysirata- ja raitiovaunuvaihtoehtojen matka-aikoja Kruunuvuorenrannasta muualle pääkaupunkiseudulle

Seuraavassa kuvassa on esitetty köysirata- ja raitiovaunuvaihtoehtojen matka-aikoja Kruunuvuorenrannasta muualle pääkaupunkiseudulle. Matka-ajat ovat EMME-mallin tuottamia keskimääräisiä matka-aikoja ja sisältävät erityyppisiä vaihtoyhteysvalintoja. Mallissa on huomioitu mm. Pisara-rata.



Kuva 16. Raitiovaunu- ja köysiratavaihtoehtojen matka-aikoja eri puolille pääkaupunkiseutua.

4.4 Matkustajamäärät

Köysiradan matkustajamäärien arvioinnissa on käytetty pohjana Laajasalon joukkoliikennetarkastelussa käytettyä EMME-ennustetta. Ennusteessa Pisara-rata ja muut HSL:n tavoiteverkon toimenpiteet on oletettu toteutuneiksi. Ennusteessa on käytetty seuraavia sijoitteluparametreja:

- Vuorovälin maksimi (leikattu) 10 min
- Matkan osavaiheiden painot: odotus 2, kävely 2 ja nousu 1
- Kulkumuotokohtaiset nousuvastukset:
 - metro, ratikka ja köysirata 0 min
 - juna 1 min
 - Helsingin sisäiset bussit 3–7 min, seutubussit 6 min ja raidejokeri 3 min

Köysiradan matkustajamäärätarkastelujen taustalla on oletus, että vuoroväli on 30 sekuntia. Tarkasteluvaihtoehtona on ollut VE1 (4 asemaa) ja Ve1 lyhennetty (3 asemaa). Tarkasteluissa metron

vuorovälinä on ollut 4,5 min, köysiradan vaihtokävely metrolle ja Pisara-radalle 200 m ja kävelynopeus 5 km/h:ssa.

Neljällä asemalla köysiradan matkustajamäärät vuorokaudessa ovat ennusteen mukaan Kruunuvuorenrannan ja Sompasaaren välillä 6 300–6 700 matkustajaa / suunta ja Sompasaaren ja Hakaniemen välillä noin 8 000–8 500 matkustajaa / suunta.

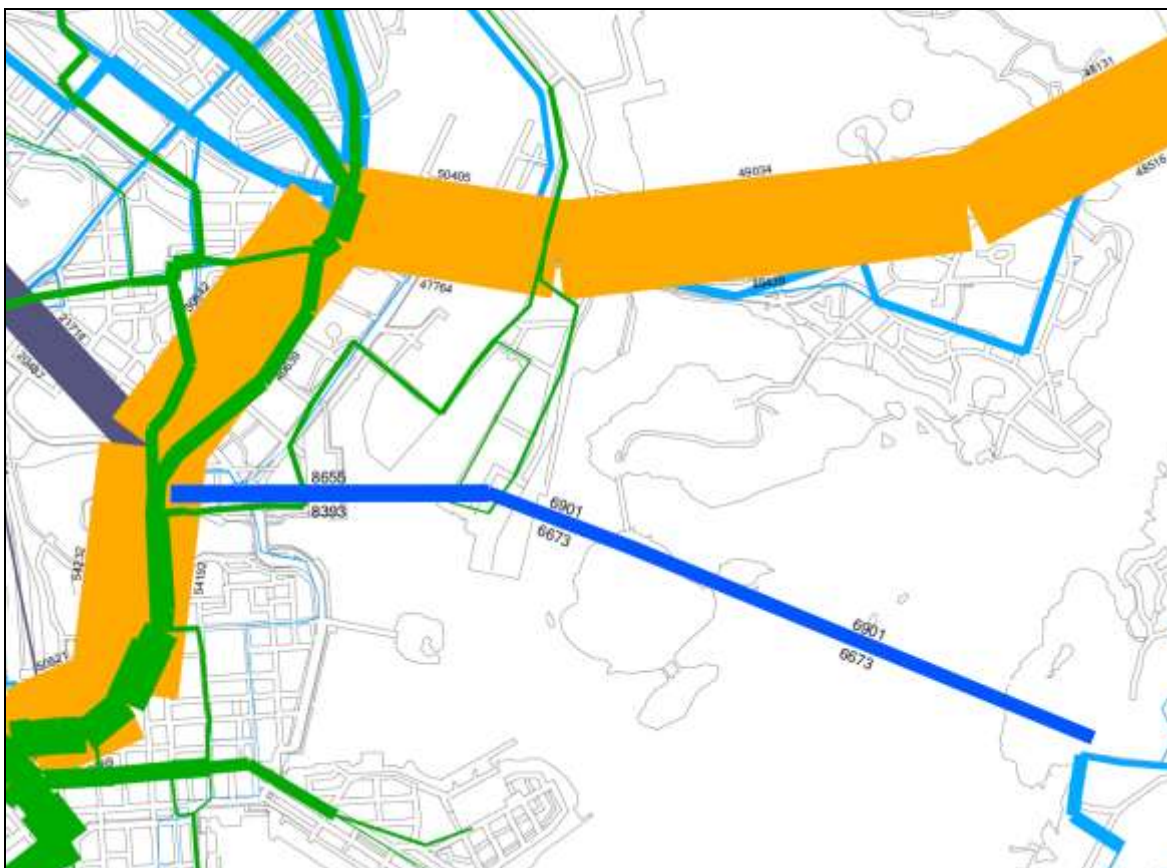
Aamuhuipputunnin matkamääräksi on arvioitu 17–20 % suunnan vuorokausiliikenteestä. Arviot perustuvat KSV:n ennustemallin tulkintaan ja HSL:n liikkumistottumustutkimukseen (KSV, P. Blomqvist, M. Granholm ja L. Kangas). Kruunuvuorenrannan päässä maksimikuormitus aamuruuhkassa on ruuhkasuuntaan noin 1 100–1 350 matkustajaa ja Hakaniemen päässä noin 1 400–1 700 matkustajaa.

Matkustajamääräennuste on noin 5 % suurempi ilman Korkeasaaren asemaa (VE 1 lyhennetty), koska radan matka-aika on tällöin nopeampi. Toisaalta keskivuorokausiennuste ei huomioi kesän matkailuliikennettä, joten Korkeasaaren asema ei saa ennusteen mukaan käytännössä lainkaan käyttäjiä. Korkeasaaren kävijämääriä ja niiden vaikutuksia köysiradan matkustajamääriin on arvioitu liitteessä 3.

Sompasaaren asema houkuttelee noin 1 700 matkustajaa vuorokaudessa /suunta.



Kuva 17. VE1: Matkustajamäärät/vrk, 4 asemaa.



Kuva 18. VE1 lyhennetty: Matkustajamäärät/vrk, 3 asemaa (Ei Korkeasaaren asemaa).

Seuraavaan taulukkoon on koottu joitakin tunnuslukuja arvioiduista matkustajamääristä.

Taulukko 2. Matkustajamääriä vuorokaudessa eräissä Kruunuvuorenrannan joukkoliikennetarkaisuihin.

	JOUKKOLIIKENNERATKAISU (matkustajaa/vrk)				
Poikkileikkaus (molemmat suunnat yhteensä)	Metrolitöntä: uusia yhteyksiä, vaihtoyhteys Herttoniemen kautta	Bussilautta Katajanokalle	Raitiovaunu Kruunuvuorenranta– Sompasaari– Korkeasaari– Laajasalo	Köysirata, 4 asemaa	Köysirata, 3 asemaa
Kruunuvuorenranta – Sompasaari	–	7 100 (Katajanokalle)	21 500	13 000	13 600
Sompasaari–Hakaniemi	–	–	24 600 (Tervasaari)	16 500	17 000
<i>METRO: Kalasatama– Kulosaari</i>	107 000	100 000	92 000	99 000	98 500

Lisäksi on tehty muutamia suuntaa antavia herkkyystarkasteluja:

- jos köysirata nopeutuu kokonaisuudessaan 10 % esim. oletettua nopeampien asematoimintojen ansiosta, kasvaa matkustajamäärä lähes 15 %
- jos köysiradan vuoroväli pidentyy 30 sekunnista 45 sekuntiin, vähenee matkustajamäärä alle 5 %
- jos asemalla kuluva aika pienenee 60 sekunnista 30 sekuntiin, kasvaa matkustajamäärä hieman yli 15 %.

4.5 Soveltuvuus kaupunkikuvaan ja kaupunkielämään

Varsinkin Hakaniemen päässä asema- ja linjarakenteisiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta köysirata saadaan sopimaan kaupunkikuvaan. Linjan korkeusasemat ja etäisyydet ympäröiviin asuin- ja muihin rakennuksiin on suunniteltava siten, ettei köysirata häiritse asukkaita eikä estä liikaa näkymiä. Köysirata on melko äänetön kulkumuoto linjaosuuksilla, joten se ei aiheuta suurta äänihaittaa ympäröivälle maankäytölle.

Radan arkkitehtuurissa voidaan mahdollisesti soveltaa rohkeakin muotoilua, jos radasta halutaan Helsingin erityinen maamerkki. Kuvissa 18 ja 19 sekä liitteessä 4 on esitetty muutamia lähestymistapoja köysiradan sovittamiseksi kaupunkiympäristöön.



Kuva 19. Portlandin köysiradan tyylitelty tukipylväs kaupunkirakenteessa (Doppelmayr).



Kuva 20. Hahmotelmia köysiradan sovittamisesta kaupunkikuvaan (lisää kuvia liitteessä 4).

4.6 Energiatehokkuus

Suuntaa antavissa energiantarvelaskelmissa on käytetty seuraavia oletuksia.

- Kruunuvuorenrannan köysirata vaatii laitetoimittajan arvion mukaan noin 700 kW:n tehon maksimikuormituksen aikana (ruuhkahuiput)
- Muina aikoina tehontarve ja -kulutus ovat pienemmät (karkea arvio 500 kW)
- Köysirata liikennöi arkipäivinä 20 h/vrk ja viikonloppuisin 17 h/vrk
- Arkipäivinä huippukuormitus koskee neljää ruuhkatuntia
- Liikennöintiajoissa ei ole huomioitu pyhäpäiviä, kesäaikoja eikä huoltokatkoksia

Em. oletuksilla Kruunuvuorenrannan köysiradan energiankulutus on arkipäivinä noin 11 000 kWh/vrk ja viikonloppuina noin 8 500 kWh/vrk. Vuotuinen energiankulutus on noin 3 700 MWh. Karkean tason energiankulutusarvio koskee radan liikennöintiä, eikä siinä ole huomioitu asemien, vaunujen sähköistuksen, valvontajärjestelmien tms. energiankulutusta.

Arkivuorokaudessa yksi kori ehtii kiertämään koko kierroksen noin 50 kertaa. Jos korit mitoitetaan 15 henkilölle ja koreja tulee noin 8 km pitkälle ajokierrokselle 48 kappaletta, tarjoaa järjestelmä arkivuorokaudessa noin 288 000 paikkakilometriä. Energiankulutukseksi tarjottua paikkakilometriä kohden tulee 0,038 kWh/paikkakilometri.

Ennustettu matkustajamäärä arkivuorokautena Hakaniemen ja Sompasaaren välillä (noin 1,3 km) on molempiin suuntiin yhteensä noin 16 500 /vrk (vaihtoehto 1). Sompasaaren ja Kruunuvuorenrannan välillä (noin 2,6 km) matkustajamäärä on noin 13 000 /vrk. Matkustajakilometrejä kertyy arkivuorokaudessa arviolta 55 200 matk.km. Energiankulutukseksi matkustajakilometriä kohden tulee 0,20 kWh/matkustajakilometri.

Jos Korkeasaaren asemaa ei toteuteta, matka-aika nopeutuu ja matkustajamääräennusteet kasvavat. Tällöin energiankulutukseksi matkustajakilometriä kohden tulee 0,19 kWh/matkustajakilometri.

Seuraavaan taulukkoon on koottu eri liikennevälineiden kaluston energiankulutusta koskevia energiatehokkuustunnuslukuja. Köysiradan osalta luvut perustuvat edellä esitettyihin karkeisiin laskelmiin. Muiden kulkuvälineiden osalta luvut perustuvat keskimääriin toteutuneisiin liikenne- ja matkustajasuoritteisiin pääkaupunkiseudulla sekä eri kulkuvälineiden keskimääriin ominaisuuksiin (paikkamäärä, täyttöaste, energiankulutus). Luvut eivät siis ole täysin vertailukelpoisia, koska esim. köysiradan matkamäärä ja matkustajasuorite perustuvat Kruunuvuorenrannan radan ennusteisiin. Luvut antavat kuitenkin suuntaa köysiradan energiatehokkuudesta suhteessa muihin joukkoliikennevälineisiin.

Taulukko 3. Eri liikennemuotojen kaluston energiatehokkuuden tunnuslukuja (köysiradan tunnuslukuja lukuun ottamatta lähteenä HSL:n julkaisu 27/2010 ”Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämismahdollisuudet”).

LIIKENNEVÄLINE	KALUSTON ENERGIA TEHOKKUUS	
	Energiankulutus kWh / tarjotut paikkakilometrit	Energiankulutus kWh / matkustajakilometri
Metro	0,021	0,100
Raitiovaunu	0,049	0,225
Lähijuna	0,014	0,033
Bussit (diesel–maakaasu)	0,075...0,094	0,371...0,467
Henkilöauto	0,150	0,750
Kruunuvuorenrannan köysirata (karkea arvio, arkipäivän liikenne)	0,038	0,19...0,20 *
* Perustuu Kruunuvuorenrannan matkustajamääräennusteisiin, joka on riippuvainen lopullisesta toteutustavasta, asemien määrästä, matka-nopeudesta jne. Muut luvut perustuvat toteutuneisiin matkamääriin.		

Tarjottujen paikkakilometrien suhteen köysirata sijoittuu energiatehokkuudeltaan metron ja raitiovaunun väliin. Matkustajaa kohden käytetyn energian suhteen köysirata on samalla tasolla raitiovaunun kanssa.

Köysiradan energiankulutusarvio matkustajaa kohden sisältää kuitenkin useita epävarmuustekijöitä, joista suurin on ennustettu matkamäärä ja siitä seuraava täyttöaste. Tällä mittarilla raideliikenne ja erityisesti lähijunat hyötyvät teknisen energiatehokkuutensa lisäksi siitä, että ne liikennöivät tiheästi asutuilla alueilla runkoliikenteenä, mikä nostaa niiden keskimääräistä täyttöastetta / vaunu. Bussit ja pelkkään Kruunuvuorenrannan rataa perustuva köysiradan arvio kärsivät vertailussa vähemmän vilkkaiden yhteysvälien palvelusta, jolloin täyttöasteet jäivät huonommiksi.

Tunnusluvuissa ei ole huomioitu liikennettä tukevan infrastruktuurin (esim. asemat) energiankulutusta. HSL:n julkaisussa 27/2010 ”Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämismahdollisuudet” on todettu, että infrastruktuurin merkitys energiankulutuksessa on suurin kulkumuodoilla, joissa käytetään suljettuja (lämmitettyjä) asemia sekä raideliikenteessä, jossa tarvitaan vaihteiden lämmitystä talvisin. Lähijuna-, metro- ja raitiovaunuliikenteessä infrastruktuurin energiankulutus on arvioitu lähes yhtä suureksi kuin itse kaluston energiankulutus.

Myös köysiradalla asemat lämmitetään. Toisaalta köysiradalla energiaa ei kulu vastaavassa määrin linjan auki pitämiseen ja talvikunnossapitoon kuten maanpäällisessä raideliikenteessä.

5 Kustannuksia

5.1 Olemassa olevien köysiratojen kustannuksia

Seuraavassa on lueteltu muutamia muualla toteutettujen köysiratojen kustannuksista (*Hercules Aerial Tram/Mobility Study & Report, Reconnecting America 2007* ja *Taipei Rapid Transit Corporation, Overview and Future Prospects 2008*):

- Roosevelt Islandin rata noin 23 M\$ (noin 1 km, 2 asemaa ja 2 isoa koria): investoinnista 68 % koostui tukipylväistä ja asemista / terminaaleista (2 kpl). Manhattanin terminaalien vaikeiden rakenteiden vuoksi terminaalit muodostivat 40 % investoinnista.
- TRB-tutkimus 1992: 1,5 km gondoli-tyyppinen rata 5–9 M\$
- Portlandin rata noin 57 M\$ (noin 1 km, 2 asemaa ja 2 isoa koria): kustannuksia nostivat suunnitelmien ja rakenteiden uusimistarve kesken rakennustöiden (ongelmat alkuperäisissä rakenneratkaisuissa) sekä korkeatasoinen korien varustelu ja muotoilu (alkuperäinen kustannusarvio oli 15 M\$).
- Telluride 16 M\$ (3–4 km gondoli, 32 kpl 8 henkilön koria, 3 asemaa): ”perusratkaisu”, ei merkittäviä kustannustasoa kasvattavia tekijöitä.
- Maokongin rata noin 40 M\$ (4 km gondoli-tyyppinen rata)
- Käyttökustannuksia (sähkö, ylläpito, henkilökunta ja vakuutukset): Roosevelt Island 2,9 M\$/vuosi, Portland 1,7 M\$/vuosi, Telluride 3,5 M\$/vuosi,

5.2 Arviot Kruunuvuorenrannan köysiradan toteuttamiskustannuksista

Laitetoimittajan (Doppelmayr) arvion mukaan Hakaniemi – Kruunuvuorenranta -köysiradan köysiratatekniikan toteuttamiskustannukset ovat noin 50 M€. Muiden rakenteiden ja oheisjärjestelmien, kuten pylväiden perustuksien, asemarakennusten, korivaraston ja sähköjärjestelmän sekä näiden suunnittelun kustannusten arvioidaan olevan 50–80 % varsinaisen köysiratatekniikan kustannuksista.

Edelleen laitetoimittaja arvioi, että mahdolliset tavanomaista korkeammat tukipylväät (esim. Hakaniemessä ja merellä alikulkukorkeuksien saavuttamiseksi) kasvattavat kustannuksia noin 5 M€ / tavanomaista korkeampi pylväs. Jos taas Korkeasaaren asema jätetään pois, saavutetaan noin 10 M€:n säästö.

Kruunuvuorenrannan radalla tukipylväiden rakentaminen merelle, Hakaniemen pääntien aseman korkeat laatu- ja rakennevaatimukset, Hakaniemi–Merihaka -linjaosuuden haastava ympäristö sekä korien sähköistys ja erikoisvarusteet vaativat tavallista suurempia varauksia kustannusarvioon.

Seuraavassa on esitetty alustavia arvioita kustannuksista Kruunuvuorenrannan köysiradalle.

- Köysiratatekniikka (laitetoimittajan arvio) 50 M€
- Muut rakenteet ja oheisjärjestelmät (50–80 % köysiratatekniikasta) 25–40 M€
- ➔ **Laitetoimittajan arvio toteutuksen kustannuksista ilman erikoisvarauksia 75–90 M€ (alv 0 %)**
- Muita varauksia 35 M€

- Hakaniemen päänsäntan erikoisvaatimukset 10 M€
- Hakaniemen päänsäntan linjauksen erikoisjärjestelyt 10 M€ (esim. erikoiskorkea tukipylväs 5 M€, 5 M€ kaupunkikuvalliset syyt)
- Mahdolliset merelle tulevien pylväiden erikoisrakenteet ja/tai ylikorkeat pylväät laivareittien vuoksi 10 M€ (esim. ylikorkea pylväs Kruunuvuorenselälle 5 M€, vaikeat perustolosuhteet meripylväillä 2 kpl yhteensä 5 M€)
- Korien sähköistys ja lisävarusteet 5 M€ (50 koria, arviona 50 000 €/kori sisältäen sähköistuksen, lämmityksen, valaistuksen ja muut joukkoliikennekäytön vaatimat erikoisvarusteet sekä radalle tulevat sähköistuksen vaatimat lataus-, turva- ja valvontalaitteet 2,5 M€)

Toteuttamiskustannusten alarajana voidaan pitää laitetoimittajan esittämää maksimisummaa, koska radan toteuttamiseen liittyy monia kustannuksia nostavia tekijöitä. Lisäksi voidaan joutua turvautumaan muihin varauksiin, **jolloin kokonaisinvestoinnin hintahaarukaksi tulee 90–125 M€ (alv 0 %).**

Jos Korkeasaaren asemaa ei toteuteta (VE 1 lyhennetty), arvioidut kustannukset ovat noin 80–115 M€. Varavaihtoehdossa 2 saatetaan säästää 5–10 M€ Hakaniemen päänsäntan järjestelyissä, mutta toisaalta linjaus sisältää yhden tukipylvään enemmän merellä ja Hakaniemen vaihtoyhteyksien sujuvuuteen ja miellyttävyyteen on panostettava vaihtoehtoa 1 enemmän.

5.3 Arviot Kruunuvuorenrannan köysiradan käyttö- ja ylläpitokustannuksista

Järjestelmän tekninen operointi (ylläpito, henkilökunta, huolto, siivous jne.) maksaa laitetoimittajan arvion mukaan vuositasolla maksimissaan noin 5 % normaalitason investointikustannuksista ilman erikoisvarauksia (75–90 M€). **Vuotuiset ylläpito- ja operointikustannukset ovat arviolta 4–5 M€ / vuosi.** Kustannuseristä voidaan todeta seuraavaa:

- Suurin ylläpidon ja operoinnin kustannuserä on valvonta- ja operointihenkilökunta, koska rata vaatii minimissään viiden hengen miehityksen (vähintään 1/asema + 1 henkilö valvontakeskuksessa) joka päivä kolmessa vuorossa. Lisäksi voi olla syytä varautua kuudennen henkilön työpanokseen täydentämään ruuhka-aikojen valvontaa ja muita tehtäviä. Kolmi-vuorotyön vuoksi tämä tarkoittaa käytännössä noin 42 työntekijän työpanosta. Jos yhden henkilön vuosikustannus on noin 60 000 euroa, ovat henkilökustannukset vuodessa noin 2,5 miljoonaa euroa eli noin puolet kaikista ylläpito- ja operointikustannuksista.
- Köysirata kuluttaa karkeasti arvioiden noin 3 700 MWh sähköä vuodessa. Jos sähkön hinnaksi oletetaan noin 10 senttiä kilowattitunnilta, radan operoimiseen kuluva energia maksaa noin 370 000 euroa / vuosi (ei sisällä asemarakennusten ja muiden lisätoimintojen sähkön kulutusta). Asemat ja muut energiankulutus huomioiden koko järjestelmän energiakustannusten voidaan arvioida muodostavan noin 0,5 M€ (10 %) vuotuisista 4–5 M€:n ylläpito- ja operointikustannuksista.
- Loppuosan operointi- ja ylläpitokustannuksista muodostavat huolto- ja korjaustoimenpiteet, varaosat, asemien ja vaunujen siivous, asemien turvallisuuden valvonta ja muut perusylläpitoon kuuluvat toiminnot.

5.4 Vertailua raitiovaunuvaihtoehtoon

Köysiratavaihtoehdon kustannuksia ja hyötyjä on vertailtu karkealla tasolla raitiovaunuvaihtoehtoon. Raitiovaunun osalta esitetyt kustannusarviot perustuvat nykyiseen käsitykseen kustannusrakenteesta ja ovat vielä keskeneräisiä. Nykyarviot ovat korkeampia kuin alun perin Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkastelussa (2008) esitetyt arviot. Matka-aikasäästöjä on päivitetty raitioliikenteen osalta uusilla EMME-tarkasteluilla, joissa Pisara-rata on mukana. Suorite- ja kustannustunnuslukuja on koottu seuraavaan taulukkoon. Luvut eivät ole kaikilta osin vertailukelpoisia keskenään (kustannuserien tarkka sisältö, huomioon otetut muut säästöt esim. metrokalustohankinnoissa, muut välilliset vaikutukset jne.).

Taulukko 4. Köysirata- ja raitiovaunuvaihtoehtojen karkea vertailu (raitiovaunuvaihtoehdon osalta kustannus- ja kalustosäästöarviot perustuvat osittain Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkasteluun 2008). Investointikustannusarviota on päivitetty.

	Raitiovaunu	Köysirata	
Investointi	250 M€ (rata ja sillat)	90–125 M€ (koko järjestelmä)	
Kalustohankinnat	Sis. liikennöintikustannuksiin	Sis. järjestelmähankintaan	
Kalustohankintasäästöt	– 36 M€	– 24 M€	Raitiovaunuhankintojen on arvioitu vähentävän metrokaluston hankintatarvetta noin 36 M€:lla Köysiradan osalta säästöksi arvioitu 2/3-osaa matkamäärien suhteen perusteella
Liikennöinti	12,1 M€ / v	3 M€ / v	Raitiovaunuhankintojen pääomakustannukset sisältyvät raitiovaunun liikennöintikustannuksiin Köysiradan osalta henkilökunta ja energiakulutus
Muu ylläpito (huolto, asemat jne.)	2,8 M€ / v	2 M€ / v	
Bussiliikennöinnin kustannusero	–	+1,5 M€ / v	Liityntäliikenne (käytetty Helsingin sisäisen liikenteen yksikköhintoja vuodelta 2009, 0,63 €/km ja 31,44 €/h)
Matka-aikasäästöt suhteessa 0-vaihtoehtoon (liikenne Herttoniemen kautta)	–5,7 M€ / v	–3,3...–3,8 M€/v (4 asemaa...3 asemaa)	Ajan arvona käytetty 9 €/h

Köysiradan esiselvityksessä ei ole ollut mahdollista laatia varsinaista hyöty-kustannussuhde -laskelmaa samalla tarkkuustasolla kuin laajemmassa raitiovaunuselvityksessä. Esim. vaikutuksia kulkumuotojakaumiin, tarkkoja säästöjä henkilöauto- ja metrolienteessä, onnettomuuskustannuksia jne. ei ole laskettu. Karkeasti vertailtuna:

- Raitiovaunuvaihtoehdon investointikustannukset ovat noin 215 M€ (rata ja sillat) ja köysiradan 70–100 M€ (sis. ajoneuvot eli korit), kun metrokalustohankinnat vähennetään infrastruktuuri- ja kalustokustannuksista (köysiradan investointikustannukset ovat karkeasti noin 53–67 % edullisemmat).
- Liikennöintikustannuksia ei voida suoraan vertailla erilaisten laskentatapojen vuoksi. Raitiovaunuvaihtoehdossa liikennöintikustannukset pitävät sisällään raitiovaunuhankintojen pääomakustannukset. Köysiradan liikennöintikustannuksiin on lisättävä suurempi bussiliikenteen tarve, noin 1,5 M€.
- Muut ylläpitokustannukset ovat samaa kokoluokkaa, kun huomioidaan laskelmien epävarmuudet ja karkea tarkkuustaso.
- Köysiradalla saavutetaan noin 33–45 % vähemmän aikasäästöjä kuin raitiovaunuvaihtoehdossa.

Aikasäästöt ja niiden kanssa melko hyvin korreloivat kulkutapamuutossäästöt muodostavat valtaosan raitiovaunuvaihtoehdon hyödyistä. Jos aikasäästöjen oletetaan edustavan kulutapamuutoksia myös köysiradan osalta, on köysiradan hyötykustannussuhde raitiovaunuvaihtoehtoa parempi: investointikustannukset ovat alle puolet raitiovaunuvaihtoehdosta, mutta aikasäästöhyödyt noin kaksi kolmasosaa. Alun perin Laajasalon raidevaihtoehtojen järjestelmätarkastelussa 2008 raitiovaunuvaihtoehdon hyötykustannussuhteeksi on esitetty laskentatavasta riippuen 1,1–1,7. Silloin käytetty investointikustannusarvio on kuitenkin osoittautunut alimitoitetuksi.

On huomattava, että kevyen liikenteen kulkutapamuutoshyötyjä ei saavuteta köysiradalla samassa suhteessa, koska kevyellä liikenteellä ei ole suoraa yhteyttä kantakaupungin puolelle. Toisaalta raitiovaunun liikennöintikustannukset ovat korkeammat, vaikka pääomakustannusten osuus vähennettäisiin vuotuisista kustannuksista.

6 Yhteenveto ja päätelmiä

Maailmalla köysirataratkaisut näyttävät olevan yleistymässä joukkoliikennekäytössä. Jo toteutetut tai suunnitteilla olevat joukkoliikenteen köysirataratkaisut liittyvät kuitenkin vielä lähinnä suurtapahumiin, kuten olympialaisiin tai suuriin messutapahtumiin. Toisaalta osa näistä radoista jää palvelemaan kaupunkiliikennettä tapahtumien jälkeen. Köysirataratkaisuja on sovellettu useimmin tilanteissa, joissa lähtö- ja määräpaikkaa erottaa jokin luonnollinen este (joki, vuori), jonka ylittäminen tai kiertäminen vaatisi kalliita silta-, tie/rata- tai tunneliratkaisuja. Kruununvuorenrannan köysirata vastaa olosuhteiltaan edellä mainittuja olosuhteita.

Esiselvityksen perusteella voidaan todeta, että köysirata on teknisesti toteutettavissa Hakaniemestä Kruununvuorenrantaan. Matkustajien kannalta paras vaihtoehto on köysiradan Hakaniemen pääaseman sijoittaminen metroaseman sisäänkäynnin välittömään läheisyyteen. Mikäli tämä osoittautuu tarkemmassa suunnitteluvaiheessa teknisesti, taloudellisesti tai muusta syystä liian haastavaksi, toimii varavaihtoehtona aseman sijoittaminen Hakaniemenrantaan.

Kokonaisinvestointikustannukset ovat 90–125 M€. Huolto- ja ylläpitokustannukset ovat noin 4–5 M€ vuodessa. Ylläpitohenkilökunta muodostaa noin 50 % ja energiankulutus noin 10 % huolto- ja ylläpitokustannuksista. Loppuosan operointi- ja ylläpitokustannuksista muodostavat huolto- ja korjaustoimenpiteet, varaosat, asemien ja vaunujen siivous, asemien turvallisuuden valvonta ja muut perusylläpitoon kuuluvat toiminnot.

Karkeasti arvioiden köysiradan laskennalliset hyödyt ovat noin kolmanneksen pienemmät kuin raitiovaunuvaihtoehdossa, mutta kustannuksissa saavutetaan noin 50 prosentin säästö.

Kruunuvuorenrannan köysiradan toteuttamiskelpoisuuden esiselvityksen muina keskeisinä tuloksina voidaan todeta seuraavaa.

Liikennöinti ja matkustajat

- Köysirata on alustavasti suunniteltu liikennöitäväksi 30 sekunnin vuorovälillä 20–30 henkilön koreilla.
- Pääteasemien välinen matka-aika on noin 12 minuuttia neljän aseman (Hakaniemi, Sompasaari, Korkeasaari, Kruunuvuorenranta) vaihtoehdossa.
- Matkustajamäärät ovat ennusteen mukaan noin 6 500–8 500 matkustajaa / suunta / vrk. Tämä on noin kaksi kolmasosaa raitiovaunuvaihtoehdon matkustajamääräennusteesta.
- Köysiradan puutteena suhteessa sillalla kulkeviin joukkoliikennetkaisuuihin on se, että köysiradalla ei saada suoraa kevyen liikenteen yhteyttä Kruunuvuorenrannasta kaupunkiin. Korikoon valinnassa ja sisustuksen suunnittelussa on varauduttava polkupyörien kuljetusmahdollisuuksiin lastenvaunujen ja pyörätuolien lisäksi.

Esteettömyys ja matkustusmukavuus

- Köysiradalla on mahdollista täyttää hyvin kaikki esteettömyyden vaatimukset, koska koriin nousu tapahtuu laituritasolta ja jokaisella asemalla on aina palveluhenkilökuntaa käytettävissä. Henkilökunta voi auttaa matkustajaa koriin nousussa matkan kummassakin päässä ja tarvittaessa pysäyttää korin.
- Helsingissä nousi erityispiirteenä esille tarve korin lämmitykselle, jota ei ole muualla käytetty. Sähköistys, lämmitys- ja tiedonsiirtotekniikat on ratkaistava mahdollisessa toteutus- suunnitteluvaiheessa.

Turvallisuus

- Erityisen vaikeista sääolosuhteista tai sähkökatkoista saattaa aiheutua joitakin käyttökatkoksia. Sähkökatkoksia voidaan varautua varajärjestelmin. Jos käyttökatkokset ovat pitempiä, voidaan liikenne hoitaa Herttoniemen metroaseman liityntäliikenteellä.
- Evakuointi- ja turvajärjestelmät vaativat erityistä huomiointia: toisaalta turvallisuusongelma on osin mielikuvatasolla, tietoa teknisistä syistä johtuneista vakavista köysirataonnettomuuksista ei ole. Kruunuvuorenrannan köysiradalla kannattaa soveltaa uusimpia pelastustekniikoita, kuten radan tyhjäksi ajon mahdollistavia erillisjärjestelmiä.
- Silta- ja tunneliratkaisuihin verrattuna pelastuslaitokselle ei saada uutta hyökkäysreittiä Kruunuvuorenrantaan. Raitiovaunu- ja metrovaihtoehdoissa on väylien ja tunneleiden mi-

toitus on tehty siten, että pelastuskalusto voi ajaa ratikan ja metron väylillä ja tunneleissa. Köysiratavaihtoehdossa pelastustoimet on hoidettava Herttoniemen ja Laajasalon suunnalta.

Muuta

- Ympäristövaikutukset jäävät vähäisiksi, pois lukien mahdolliset esteettiset haitat (systeemi energiatehokas, suhteellisen äänetön linjaosuuksilla, ei välittömiä päästöjä lähiympäristöön).
- Köysiradan perusrakenteet kannattaa mitoittaa ensivaiheen tarvetta suuremmiksi, jolloin köysiradan kapasiteettia voidaan lisätä vähäisin kustannuksin korimäärää kasvattamalla. Asemien lisääminen sen sijaan on jälkikäteen vaikeaa.
- Järjestelmätoimittajia on vähän, mikä rajoittaa kilpailutusmahdollisuuksia.

Jos köysiratavaihtoehto valitaan yhdeksi tarkasteltavaksi vaihtoehdoksi Kruunuvuorenrannan joukkoliikenneratkaisun ympäristövaikutusten selvitykseen, tulee investointi- ja ylläpitokustannukset, liityntäliikenteen suunnitelmat ja vaikutusarviot saattaa samalle tarkkuustasolle muiden tutkittavien vaihtoehtojen kanssa. Tämä ei kuitenkaan vaadi erillisten mittavien suunnitelmien laatimista.

Jos ympäristövaikutusten arvioinnin jälkeen köysiratavaihtoehto osoittautuu edelleen varteenotettavaksi, tulee siitä laatia tarkemmat suunnitelmat. Suunnitelmien laadintaan tulee ottaa mukaan köysirata-asiantuntijat, jotta järjestelmän tekninen mitoitus, rakenteisiin kohdistuvat voimat ja rasitukset, teknisten järjestelmien tarpeet ja toteutustavat, korien rakenne ja erikoisvarusteet jne. saadaan riittävän luotettavasti suunniteltua. Tässä vaiheessa tulee ottaa mukaan myös asema-arkkitehdit sekä rakenne- ja sähkösuunnittelijat. Karkea kustannusarvio tälle suunnitteluvaiheelle on noin 300 000 euroa, josta noin 200 000 euroa tarvitaan itse köysiradan tekniseen suunnitteluun.

Samalla kannattaa miettiä erilaisten hankintamallien soveltuvuutta tällaiseen erityisluonteiseen järjestelmään (perinteinen investointi + ylläpitosopimusmalli, palvelusopimusmalli, elinkaarimalli, allianssimalli jne.).

7 Liitteet

LIITE 1: Kuvaus pelastusmenetelmistä ja muista turvallisuuskysymyksistä (Doppelmayr Finn Oy)

LIITE 2: Alustavat linjaussuunnitelmakuvat ja pituusprofiilit

LIITE 3: Korkeasaaren kävijämääriä

LIITE 4: Hahmotelmia köysiradan sovittamiseksi kaupunkikuvaan (linjaus VE1)

LIITE 1: Kuvaus pelastusmenetelmistä ja muista turvallisuuskysymyksistä (Doppelmayr Finn Oy)



Doppelmayr Finn Oy

Katajanokankatu 7
Puh. 09 684 4300

00160 Helsinki
Fax. 09 624 120



3S Helsinki

Pelastaminen

Tässä dokumentissa on esitelty lyhyesti ja yleisellä tasolla tärkeimmät käytössä olevat köysiradoista pelastusmenetelmät. Kaikki menetelmät edellyttävät riittävää koulutettua henkilöstöä ja asiakkaan sekä pelastuslaitoksen yhteistyötä sekä toiminnan organisointia, joihin tässä ei puututa vaan esitetään ainoastaan tekniset menetelmät pelastamisen toteuttamiseksi. Harvinaisiin poikkeusmenetelmiin, kuten helikopteripelastamiseen, ei tässä tiivistelmässä ole menty, koska nyt kyseessä oleva Helsingin projekti ei sellaisia tule edellyttämään. Käytännössä pelastamistilanteisiin joudutaan maailmanlaajuisestikin äärimmäisen harvoin.

Jo ennen köysiradan käyttöönottoa on voimassa olevien eurooppalaisten määräysten mukaisesti laadittava pelastamissuunnitelma, jossa yksityiskohtaisesti määritetään menetelmät, organisaatiot, välineet ja tarkat toimintatavat tilanteessa, jossa köysiradan matkustajat joudutaan pelastamaan. Poikkeavat olosuhteet (esim. talvi/kesä, valoisa/pimeä) ja niiden vaikutus pelastamiseen huomioidaan suunnitelmassa. Pelastamissuunnitelman laatii köysiradan käyttäjä yhteistyössä pelastamisessa tarvittavien tukioorganisaatioiden (Pelastuslaitos jne.) kanssa ja köysiratavalmistaja tukee suunnitelman laatimista tarvittaessa omalla tietotaidollaan. Tekniset pelastusmenetelmät valitaan käytännössä jo projektisuunnitteluvaiheessa ja tarvittavat pelastamisvälineet kuuluvat normaalisti osana köysirata-toimitukseen. Pelastamista käsittelee eurooppalaisten köysiratastandardien sarjaan kuuluva velvoittava standardi SFS-EN-1909 ”Henkilökuljetukseen tarkoitetut köysiradat. Pelastaminen ja evakuointi.”.

1. Köydellä laskeminen

Tämä on yleisimmin käytetty pelastamismenetelmä tuoli- ja korihisseistä. Pelastamisvarusteilla varustettu pelastaja siirtyy koriin joko erityisen rullaimen varassa pylväältä hissiköyttä pitkin tai nostamalla itsensä sinne erikoisvinssillä köydellä, joka on esim. pylväältä tai asemalta ohjattu korin luokse (kuvat 1 ja 2).



Kuva 1



Kuva 2

Koriin päästyään pelastaja laskee matkustajat turvavaljaiden varassa yksi kerrallaan maahan (kuva 3), jossa avustajat ottavat pelastetut henkilöt vastaan. Mikäli köysiradassa voidaan kuljettaa esim. rullatuolipotilaita tai muita vastaavia erityistapauksia, varmistetaan pelastamissuunnitelmaa tehtäessä että käytössä on tarvittaessa sopivat erityisvälineet. Vesialueiden päällä käytetään avuksi esim. laivaa tai lauttaa, jolloin pelastamissuunnitelman laatimisen yhteydessä varmistetaan tarvittavan vesikaluston saatavuus pelastamistilanteessa.

Pelastaminen köydellä laskemalla on nykyisten CEN-normien mukaan sallittua 100m maakorkeuteen saakka ja olemassa olevalla välineistöllä pelastaminen määräysten sallimasta enimmäiskorkeudesta ei ole ongelma.



Kuva 3

2. Pelastamisvaunulla pelastaminen

Köysirata voidaan tarvittaessa varustaa pelastamisvaunuilla, jotka vedetään asemille ja pylväille sijoitettujen vinssien avulla köysiradan köysiä pitkin korien luokse. Pylväissä on tällöin varusteet, joilla pelastamisvaunu voidaan nostaa pylvääseen. Pelastamisvaunulla voidaan joko kuljettaa ihmiset suoraan turvaan korista tai hinata korit köyttä pitkin yksi kerrallaan pois köysiradalta. Kuvissa 4, 5 ja 6 on esitetty pelastamisvaunu 3S-köysiradalla.



Kuva 4



Kuva 5



Kuva 6

Äärimmäisen vaikeita osajaksoja varten voidaan, mikäli jännevälin pituus ja muut tekijät sen sallivat, varsinaisen hissien yläpuolelle rakentaa erillinen, päähissistä riippumaton yksinkertainen pelastushissi, jolla voidaan ajaa korien luokse pelastuskori, jolla ihmiset tuodaan turvaan asemalle tai lähimmälle pylväälle. Kuvassa 7 näkyy pelastushissin köysi ja kääntöpyörä pylväällä.

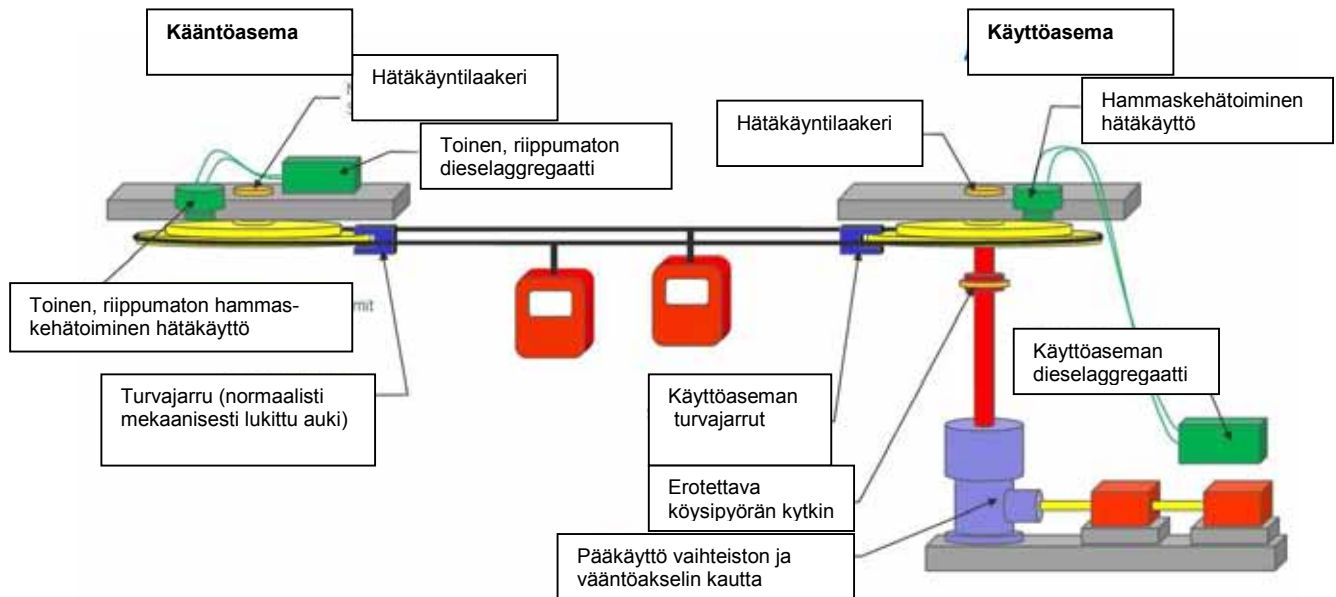


Kuva 7

3. Hissin tyhjennysajo

Erityisesti suurissa köysiradoissa pelastamisen uusinta nykytilaa edustaa Doppelmayrin kehittämä konsepti, jossa lukuisilla rakenteellisilla erityistoimenpiteillä on varmistettu hissien tyhjäksi ajaminen (väh. 1 kierroksen ajo) kaikissa tunnetuissa ja kuviteltavissa olevissa vauriotilanteissa. Tällöin mm. kaikki köysipyörät on varustettu hätäkäyntilaakerein pääläakerin vaurion varalta, vetopyörän akseli on kytkimellä erotettavissa voimansiirrosta esim. vaihteistorikon tapauksessa, pylväillä on erikoisvälineet suistuneen köyden rullastolle nostamiseen myös hissi täysin kuormitettuna, erikoisrakenteiset köysikourut mahdollistavat vaadittavan pituisen ajon myös pahan rullastovaurion tapauksessa jne. Asemakuljettimien vaurioituessa voidaan kuljettimet nostaa syrjään ja korit työntää käsin aseman läpi. Lisäksi hississä on erilliset hätäkäyttökoneistot sekä käyttö- että kääntöasemalla, jolloin tyhjäksi ajo on mahdollista myös yhden hätäkäyttökoneiston vaurioituessa tai käyttöaseman vetopyörän kitkan jäädessä liian pieneksi esim. kemikaalien vaikutuksen takia tai köysipyöränkumin vahingoituttua.

Kuvassa 8 on esitetty järjestelmään liittyvät erilliset käyttökoneistot. Rakenteellisten ratkaisujen tarkka luettelo ja niiden riittävyden perustelu ei ole mahdollista tämänkaltaisen tiivistelmän yhteydessä, joten tyydymme tässä vaiheessa viittaamaan siihen, että sekä Saksan että Itävallan TÜV ovat toisistaan riippumattomina tutkineet järjestelmän ja siihen liittyvät turvallisuusanalyysit ja vahvistaneet tämän pelastamismenetelmän turvallisuustason sekä sovellettavuuden vauriotilanteissa vastaavan joka suhteessa perinteisen pelastusvaunun käyttöä.



Kuva 8

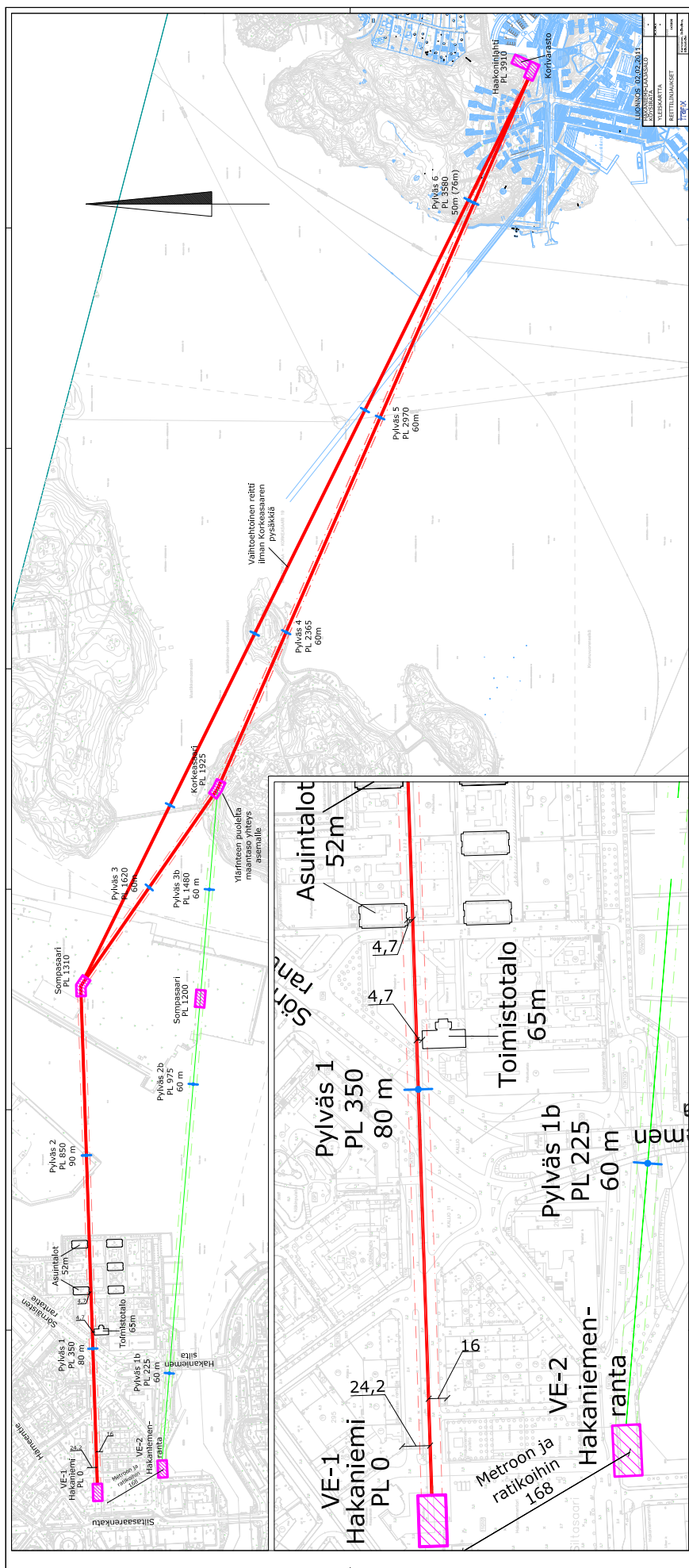
Järjestelmä on toteutettu tähän mennessä mm. Koblenzin ja Gaislachkoglin 3S-köysiradoissa. Tätäkin järjestelmää voidaan haluttaessa täydentää valmiudella perinteiseen köysipelastamiseen, vaikkakaan se ei yleensä ole teknisesti välttämätöntä.

4. Yhteenveto

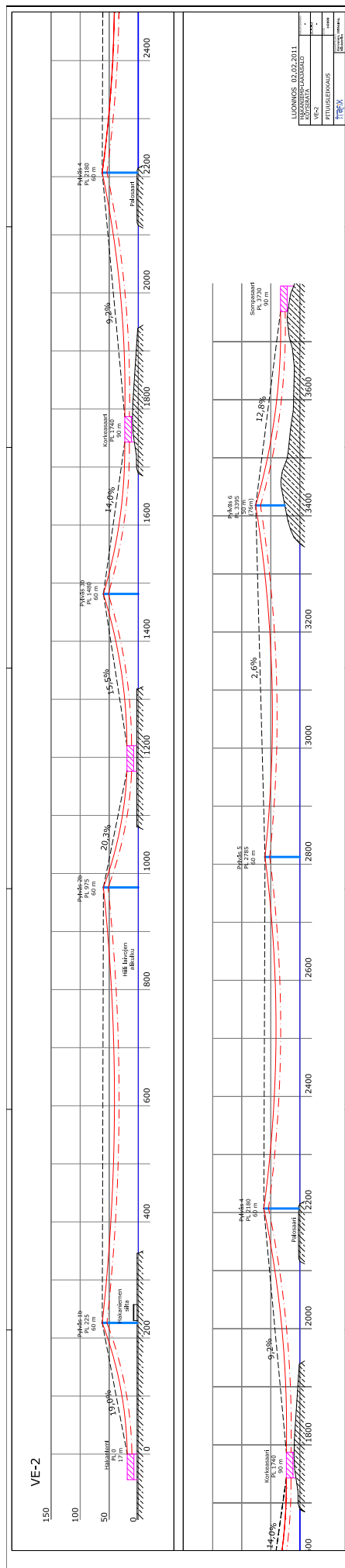
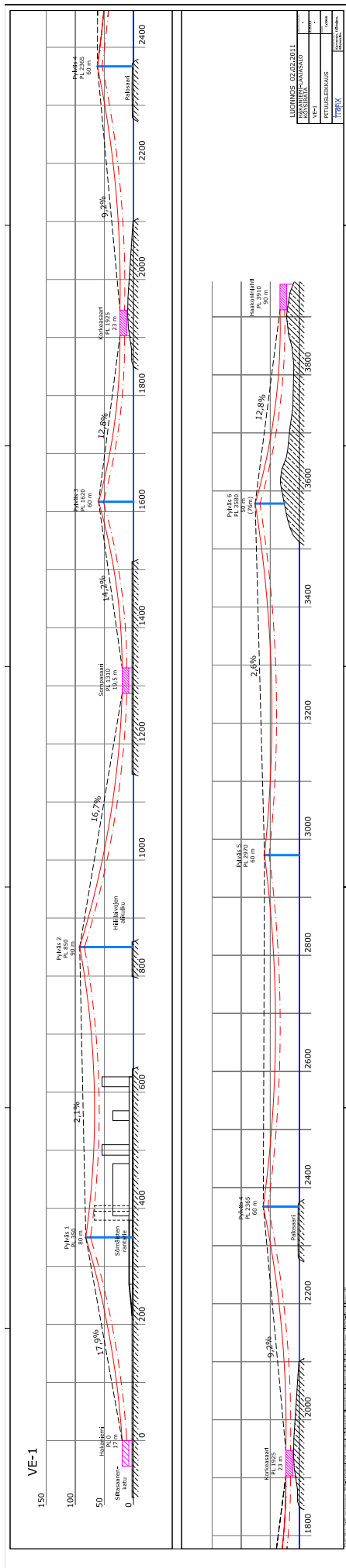
Köysiratapelastamiseen on olemassa lukuisia vaihtoehtoja, joilla voidaan varmistaa matkustajien pelastaminen kaikissa tilanteissa. Helsingin olosuhteet eivät ole tältä kannalta erityisen vaikeat. Sopivimmat menetelmät valitaan yhdessä asiakkaan kanssa projektin mahdollisesti edetessä konkreettisiin, tarkemmat menetelmäanalyysit mahdollistaviin suunnitelmiin asti. Toivomme tämän tiivistelmän riittävän tässä vaiheessa osoittamaan, että turvallinen pelastaminen esitetyn tyyppisestä köysiradasta on Helsingin tapauksessakin mahdollista yleisesti käytettyjä ja varmoiksi tunnettuja menetelmiä soveltaen.

Esitetyistä pelastamismenetelmistä voidaan huomata, että kaikille yhteisenä rajoitteena on vaatimus köysiradan köysien pysymisestä ehjinä ja ainakin rajoitetusti ajokelpoisina. Tämä oletus on kuitenkin oikeutettu, sillä köysien mitoitus ja säännölliset, osittain tarkastusviranomaisten tekemät kontrollit tekevät yllättävästä, pahasta köysivauriosta käytännössä mahdottoman eikä tällaisia tapauksia tunneta ainoatakaan nykyaikaisen köysiratatekniikan aikakaudella. Skenaariota esim. köyden katkeamisesta kesken käytön voidaan todennäköisyydeltään verrata lähinnä kysymykseen esim. suunnitellun siltaraitiotien turvallisuudesta tilanteessa, jossa silta romahtaisi täysin yllättäen.

LIITE 2: Alustavat linjaussuunnitelmakuvat ja pituusprofiilit



Huom. Kartat on pienennetty julkaisua varten eivätkä ole mittakaavassa. Mittakaavaan piirretyt kartat ovat saatavissa erillisinä liitteinä HSL:stä.



Huom. Kartat on pienennetty julkaisua varten eivätkä ole mittakaavassa. Mittakaavaan piirretyt kartat ovat saatavissa erillisinä liitteinä HSL:stä.

LIITE 3: Korkeasaaren kävijämääriä

Korkeasaaren kävijämäärä on vuositasolla noin 500 000–600 000. Kävijöiden volyymi jakautuu siten, että kesäsesonkina touko–elokuussa kävijöitä on noin 400 000, joista noin 50 % tulee saareen 3–4 vesibussilla.

Päivittäiset huiput ovat olleet:

- 1) Mustikkamaan portista 8 000 kävijää
- 2) Vesibusseilla 7 000 kävijää

Korkeasaarella järjestetään erilaisia tapahtumia, jolloin kävijämäärät ovat suuria lyhyessä ajanjaksossa. Tapahtumissa kävijöitä on jopa 15 000, joista osa tulee paikalle vesibussilla (Lähde: Korkeasaaren porttijärjestelmän tarjouspyyntö 2.7.2009)

Arvioita Korkeasaareen saapuvista asiakasmääristä:

- Kävijämäärä keskimäärin 100 000–125 000/kesäkuukausi
- Kävijämäärä keskimäärin 3 500–4 000 /kesäpäivä
- Arvio normaalista ruuhkatunnista 300–350 asiakasta / tunti (asiakasmäärä jakautuu arviolta melko tasaisesti päivän ajalle)
- Ruuhkahuiput keskittynevät viikonloppuihin, karkea arvio noin 5 000 asiakasta /päivä
- Arvio normaalista viikonlopun ruuhkatunnista 500 asiakasta / tunti
- Erikoistapahtumat, jopa 15 000 asiakasta / päivä: karkea arvio asiakkaita 5 000 / maksimitunti (asiakasmäärä keskittyy voimakkaasti tapahtuman avaushetken ajalle, arviona kolmannes)
- Köysiradalle siirtynee asiakkaita sekä vesibusseista että maitse tulevasta bussi- ja henkilöautoliikenteestä. Vesibussiliikenteestä siirtymän voidaan arvioida olevan suurempi matkailunäkökuilmasta.

Normaaliarki

Ruuhkahuiput eivät osu köysiradan normaaliin aamuruuhkaan ainakaan ruuhkasuuntaan (Kruunuvuorenranta–Hakaniemi), mutta kuormittavat köysirataa iltaruuhkassa. Normaaliarkena lisäkuormituksen voi arvioida olevan iltaruuhkassa 150–200 matkustajaa, jos köysiradalle oletetaan siirtyvän noin puolet Korkeasaaren asiakkaita.

Normaaliarkena työ- ja muita matkustajia on arviolta 1 400–1 700 matkustajaa tunnissa iltaruuhkasuuntaan. Toisaalta kesäkuukausina normaaliliikenne on hiljaisempaa kuin talvisin.

Jos köysiradan vuorovälin on 30 s ja korin henkilökapasiteetti 20, on köysiradan maksimikapasiteetti tunnissa 2 400 matkustajaa. Normaalikuormitus ja Korkeasaaren lisäkuormitus on yhteensä arviolta 1 600–1 900 matkustajaa tunnissa, joten teoreettinen kapasiteetti on riittävä ainakin 30 sekunnin vuorovälillä.

Viikonloppu

Köysiradan viikonlopun matkustajamääriä ei ole arvioitu. Ruuhkatuntien matkustajamäärä on kuitenkin joka tapauksessa arkea alempi. Jos Korkeasaaren asiakkaita arvioidaan olevan köysiradalla maksimissaan 300–400 ruuhkaisimpana tuntina, mahtuu normaalimatkustajia em. oletuksin kyytiin vielä vähintään arkipäivän ennustetun ruuhkahuipun verran.

Erikoistapahtumat

Erikoistapahtumien aikaan Korkeasaareen pyrkii tuhansia asiakkaita lyhyessä ajassa. Jos maksimimääräksi arvioidaan esim. 5 000 asiakasta /tunti ja köysiradan osuudeksi 50 % (2 500 matkustajaa), ei köysiradan kapasiteetti täysin riitä. 30 sekunnin vuorovälillä ja 20 henkilön koreilla teoreettinen kapasiteetti on noin 2 400 matkustajaa / tunti. Toisaalta erikoistapahtumien osalta ruuhkaa esiintyy aina (myös nykyisissä joukkoilijärjestelmissä).

Tapahtumien alku- ja loppuajat osuvat usein ajankohtiin, jolloin muu liikenne on vähäisempää. Häiriö normaaliiliikenteelle jää siten vähäisemmäksi ja Laajasalon matkustajilla on vaihtoehtona metroyhteys Herttoniemen kautta.

LIITE 4: Hahmotelmia köysiradan sovittamiseksi kaupunkikuvaan (linjaus VE1)

HAKANIEMEN KÖYSIRATA-ASEMA



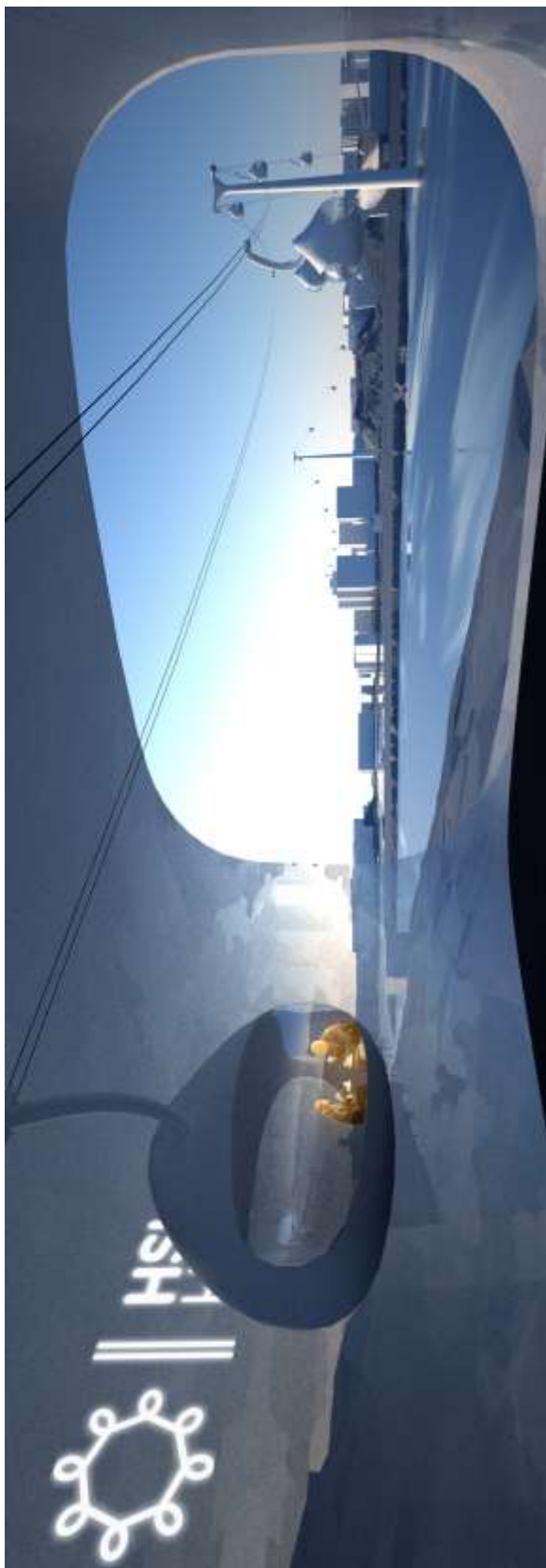
LÄHTÖ HAKANIEMESTÄ



NÄKYMÄ MERIHAKAAN SOMPASAAREN SUUNNASTA



NÄKYMÄ KORKEASAARESTA SOMPASAAREEN



NÄKYMÄ MUSTIKKAMAAN SUUNNASTA KRUUNUVUORENSELÄLLE



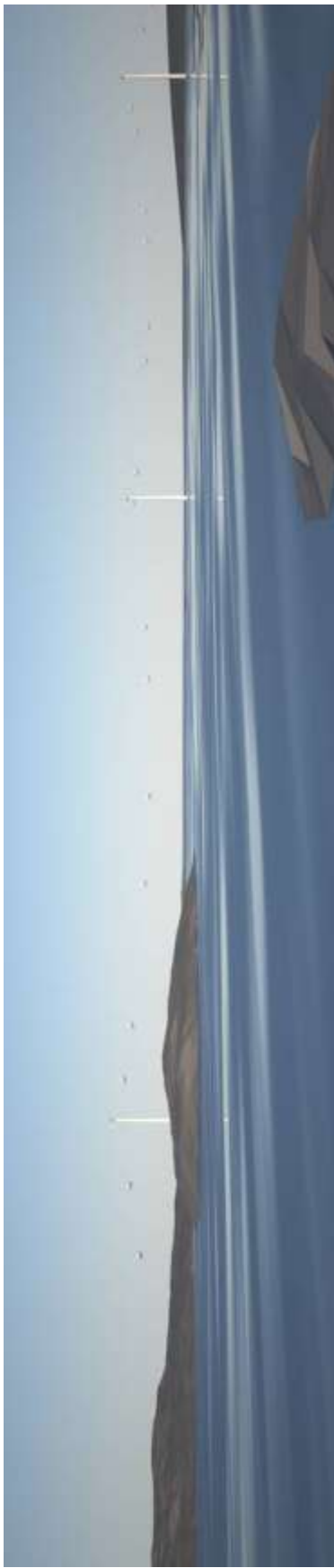
NÄKYMÄ KULOSAAREN SUUNNASTA KRUUNUVUORENSELÄLLE



NÄKYMÄ KATAJANOKAN SUUNNASTA



NÄKYMÄ SUOMENLINNAN SUUNNASTA



HSL:n julkaisuja 15/2011

ISSN 1798-6176 (nid.)

ISBN 978-952-253-093-6 (nid.)

ISSN 1798-6184 (pdf)

ISBN 978-952-253-094-3 (pdf)

HSL Helsingin seudun liikenne

Opastinsilta 6A, Helsinki

PL 100, 00077 HSL

puh. (09) 4766 4444

etunimi.sukunimi@hsl.fi

HRT Helsingforsregionens trafik

Semaforbron 6 A, Helsingfors

PB 100, 00077 HRT

tfn (09) 4766 4444

fornamn.efternamn@hsl.fi