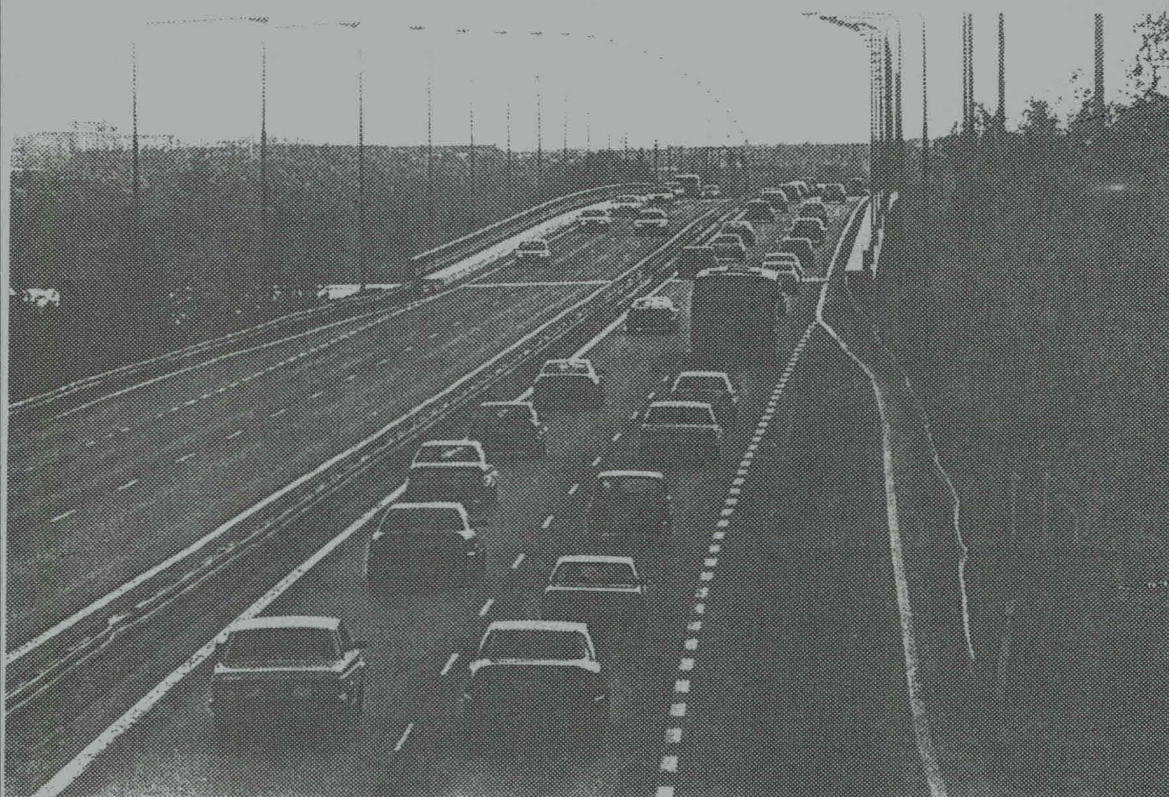




Tielaitos

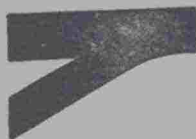
Länsiväylän itäpään joukkoliikennejärjestelyjen kehittäminen



Helsinki 1993

Uudenmaan tiepiiri

08 TIEL/Uud



**Tielaitos
Kirjasto**

Doknro: 940083
Nidenro: 940106

**LÄNSIVÄYLÄN ITÄPÄÄN JOUKKOLIIKENNE-
JÄRJESTELYJEN KEHITTÄMINEN**

Uudenmaan tiepiiri
Helsinki 1993

TIIVISTELMÄ

Raportissa tarkastellaan keinoja, joilla joukkoliikenteelle voidaan taata mahdollisimman sujuva kulku Lapinlahden sillan yli myös ruuhka-aikoina. Nykyisin Länsiväylällä on joukkoliikennekaistat muualla paitsi Lapinlahden sillalla ja lyhyellä matkalla sillan jälkeen.

Aamuruuhkassa kaupunkiin suuntautuvan joukkoliikenteen nopeus laskee puoleen vapaaseen tilanteeseen verrattuna.

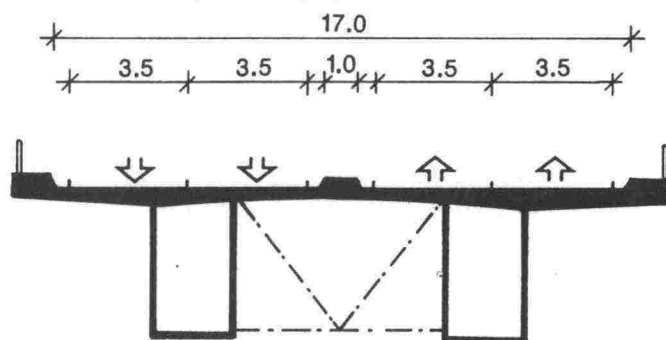
Länsiväylän liikenteen matkustajamäärät olivat lokakuun arkipäivänä vuonna 1992 seuraavat:

	Espoon ja Helsingin raja	Lapinlahden silta
- joukkoliikenne	35 000	20 000
- henkilöautot	70 000	54 000

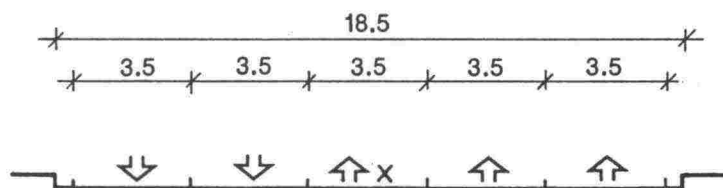
Suunnitelmien mukaan suurin osa linja-autoista siirtyy käyttämään Länsiväylää Lauttasaarentien sijasta. Lauttasaarentiellä liikennöitäisiin vain ruuhka-ajan ulkopuolella.

Tarkasteluissa on ollut mukana viisi vaihtoehtoa, joilla joukkoliikenteen sujuvuutta voidaan parantaa Lapinlahden sillalla. Vaihtoehtoina olivat

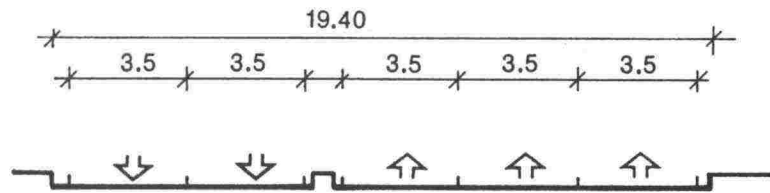
VE1. Liikennevalo-ohjaus, jossa ajoneuvoliikennettä säännöstellään sillan länsipäässä, jolloin linja-autot voivat päästä sillan yli ilman pysähtymisiä. Sillalla on käytössä nykyiset kaistat.



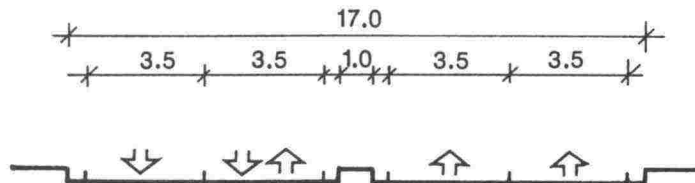
VE2. Sillan viisikaistaistaminen 3,5 m kaistoilla. Keskikaistana on kaksois-sulkuviiva.



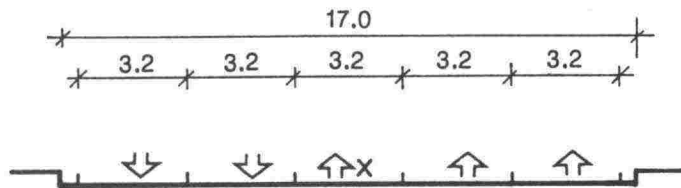
VE3. Sillan viisikaistaistaminen 3,5 m kaistoilla. Keskikaistalla on kaide.



VE4. Nykyisen sillan keskustasta Tapiolan suuntaan johtava vasemman puoleinen kaista on vaihtuvasuuntainen.



VE5. Nykyinen silta on jaettu viiteen kaistaan, jolloin kaistaleveys on 3,2 m ilman keskikaistaa.



Viisikaistaistaminen leventämällä siltaa vain toiselta reunalta (VE2) on tehtyjen vertailujen perusteella taloudellisin vaihtoehto, jonka toteuttamista suositellaan. Vaihtoehdon ensimmäisen vuoden tuottoasteen 10,9 % perusteella vaihtoehto on kannattava, koska tuottoaste on yli 6,0 %. Tuottoasteessa ei ole mukana onnettomuskustannuksia, mutta voidaan arvioida, että hanke on kannattava, vaikka onnettomuskustannukset olisivat laskelmissa mukana.

Vaihtoehdon 2 rakentamiskustannuksiksi on arvioitu noin 14 milj. markkaa, josta sillan leventämisen osuus on noin 11 milj. markkaa. Siltaa levennettäisiin 1,5 metriä, jolloin hyödyllinen leveys olisi 18,5 metriä. Tähän saa mahtumaan viisi 3,5 metrin kaistaa ilman keskikoroketta. Tästä johtuen keskimääräinen kaista tulisi sulkea vähäisen liikenteen aikana lähinnä liikenneturvallisuuden kannalta.

Sillan levittäminen molemmin puolin (VE3) mahdollistaa törmäysesteen rakentamisen ajoratojen väliin sekä jatkuvat 2+3 kaistaa. Vaihtoehdon voidaan katsoa soveltuvan parhaiten Länsiväylän muuhun parantamiseen. Lisäksi se on liikenneturvallisuuden kannalta paras vaihtoehto. Rakentamistyön kesto on noin 9 kuukautta ja rakentamiskustannusarvio on noin 21 Mmk.

Siltakannen leventäminen edellyttää työn aikana liikennejärjestelyjä siten, että käytössä oleva kaistamäärä on 1+2.

LÄNSIVÄYLÄN ITÄPÄÄN JOUKKOLIIKENNEJÄRJESTELYJEN KEHITTÄMINEN

SISÄLLYSLUETTELO

	TIIVISTELMÄ	
1.	JOHDANTO	5
2.	LIIKENTEEN NYKYTILANNE	6
	2.1 Mittaukset	6
	2.2 Mittausten tulokset	6
	2.3 Muut tutkimustulokset	10
	2.4 Matkustajamäärät ja lähtömäärät	11
3.	KAISTA- JA OHJAUSTAPAVAIHTOEHTOJA	13
	3.1 Yleistä	13
	3.2 Liikennevalo-ohjaus Maamonlahdessa	14
	3.3 Kaistat 5 x 3,5 m, ei keskikoroketta	15
	3.4 Kaistat 5 x 3,5 m ja keskikoroke	15
	3.5 Nykyiset kaistat ja vaihtuvasuuntainen kaista	16
	3.6 Kaistat 5 x 3,2 m	19
4.	LAITTEISTORATKAISUT	19
5.	VAIHTOEHTOJEN VERTAILUT	22
	5.1 Lähtökohtia	22
	5.2 Toiminnallinen vertailu	23
	5.3 Ajokustannukset	24
	5.4 Rakentamiskustannukset	26
	5.5 Taloudellisuusvertailu	26
6.	EHDOTUS JATKOTOIMENPITEIKSI JA VAIHEITTAIN RAKENNETTAVUUS	28

LIITTEET

1. JOHDANTO

Joukkoliikenteen sujuvuus Länsiväylällä paranee Espoon puolella käynnissä olevien muutostöiden yhteydessä. Ongelmakohteeksi muodostuneekin sen jälkeen Lapinlahden silta ja joukkoliikenteen pääsy sillalle sekä sillan jälkeisille joukkoliikennekaistoille.

Joukkoliikenteen matkustajamäärä Länsiväylällä on lähes 40 000 matkustajaa vuorokaudessa. Busseja Espoon rajalla on noin 2 000 vuorokaudessa. Hanasaaren bussiterminaalin valmistuttua bussien määrä Lapinlahden sillalla tulee nykyisestään lisääntymään, kun entistä enemmän Lauttasaaren kautta kulkevia linjoja siirretään kulkemaan Lapinlahden sillan kautta.

Tavoitteena on selvittää keinot, joilla voidaan taata joukkoliikenteen mahdollisimman sujuva kulku Länsiväylän Helsingin puoleisella osuudella siten, että yksilölliselle liikenteelle aiheutuvat häiriöt eivät ole suurempia kuin Ruoholahden liikennevaloista nykyisin aiheutuvat.

Yleissuunnitelmatasoinen selvitys käsittää Länsiväylän tarkastelut välillä Katajaharjun eritasoliittymä - Ruoholahti (Porkkalankadun liittymä). Työn tarkoituksena on tutkia uusien ohjaustekniikoiden tarjoamia mahdollisuuksia sekä sillan mahdollisen levittämisen kustannuksia ja vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen tilanteen parantamiseksi. Työssä selvitetään vaihtoehtoisten kaistajärjestelyjen vaikutusta joukkoliikenteen sujuvuuteen sekä yksilölliselle liikenteelle näistä mahdollisesti aiheutuvia haittoja. Tavoitteena on löytää taloudellisesti toteuttamiskelpoinen ratkaisu, jossa eri kulkumuotojen sujuvuus on turvattu.

Suunnitelma on laadittu tielaitoksen Uudenmaan tiepiirin toimeksiantona. Työryhmään ovat kuuluneet:

Pekka Kontiala	TIEL, Uudenmaan tiepiiri
Raili Niemelä	Helsingin kaupunki, KSV
Marja Rosenberg	Espoon kaupunki, Joukkoliikennetoimisto
Hannu Sainio	Viatek Tapiola Oy
Rauno Laitinen	"

Siltaratkaisujen toteuttamiskelpoisuuden ja tähän liittyvät kustannuslaskelmat on suorittanut

Ilkka Sinisalo Siltatekniikka Oy

2. LIIKENTEEEN NYKYTILANNE

2.1 Mittaukset

Mittausten tavoitteena oli selvittää Länsiväylän liikenteen ominaisuuksia välillä Lemissaari - Ruoholahti ruuhkatuntien aikana. Selvitettävistä asioista olivat liikennemäärät, matkanopeudet, ruuhkautuneisuus ja Ruoholahden liikennevalojen välityskyky.

Mittausaineiston keräys tehtiin kuvaamalla videokameroilla liikennevirtaa. Helsinkiin suuntautuvaa liikennettä kuvattiin aamuruuhkassa samanaikaisesti kolmella kameralla, joista yhdellä kuvattiin Ruoholahden liikennevaloihin saapuvaa liikennettä. Kaksi muuta kameraa olivat Maamonlahden sillalla Lauttasaarella, joista toinen oli suunnattu Lapinlahden sillalle ja toinen Lemissaaren sillalle. Maamonlahden sillalla olevilla kameroilla saatiin kuvattua sekä Helsinkiin että Helsingistä saapuva liikenne. Suurin osa Helsinkiin suuntautuvien bussien tunnuksista saneltiin nauhalle Maamonlahdessa ja Ruoholahdessa. Iltaruuhkassa kuvattiin Ruoholahdessa Länsiväylälle suuntautuvaa liikennettä (kuva 1).

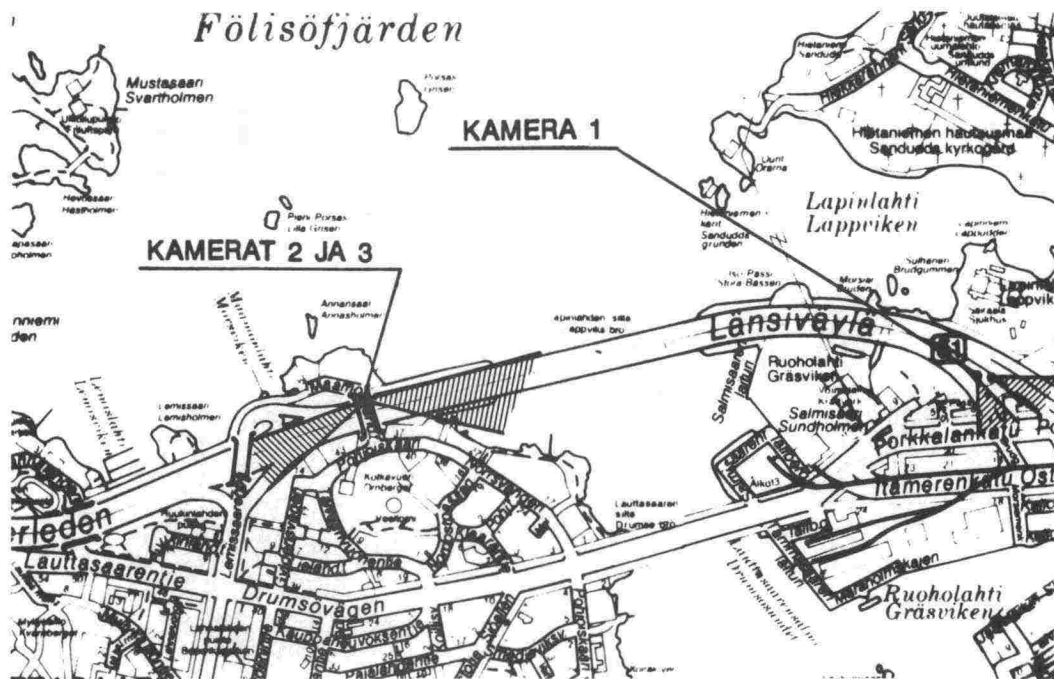
Videokuvaukset tehtiin maanantaina 28.9.1992 klo 7.10 - 9.00 ja 15.35 - 17.00. Aamun kuvausten aikana satoi hieman tihkua.

Länsiväylän nopeusrajoitus oli molemmissa suunnissa 80 km/h ja 50 km/h ennen Ruoholahden liikennevaloja. Keskustaan ajettaessa bussikaista oli äärimmäisenä vasemmalla ennen Ruoholahden liikennevaloja. Järjestelyt on muutettu 5.11.1992 siten, että joukkoliikenne on oikean puoleisella kaistalla Ruoholahteen saavuttaessa.

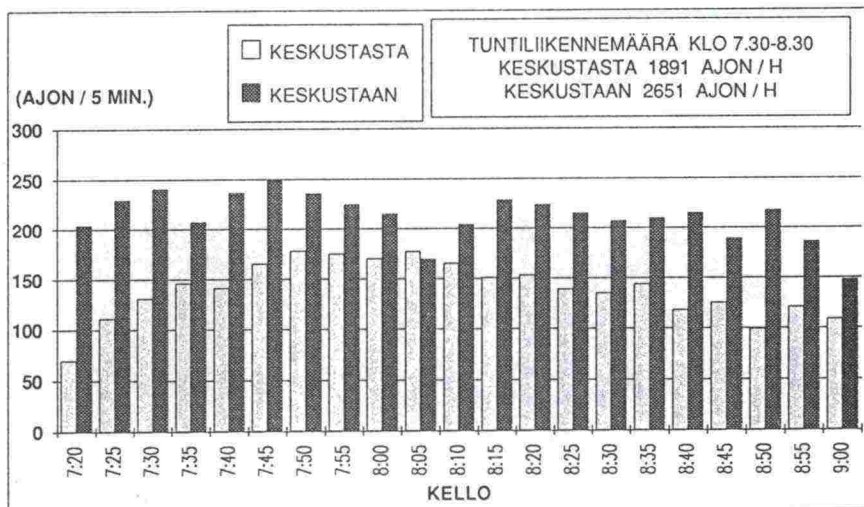
2.2 Mittausten tulokset

Liikennemäärä Maamonlahden sillan kohdalla oli klo 7.30 - 8.30 Helsinkiin noin 2 650 ajoneuvoa ja Helsingistä noin 1 900 ajoneuvoa. Helsinkiin kulki linja-autoja 88 (3,3 %) ja kuorma-autojen osuus oli 2,0 %. Helsingistä saapuvasta liikenteestä oli linja-autojen osuus 4,3 % ja kuorma-autojen 3,5 %.

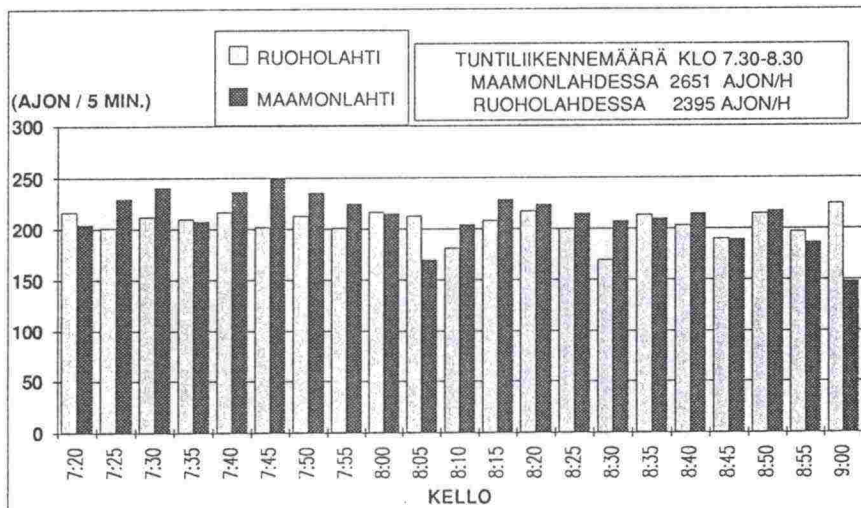
Kuvassa 2 on esitetty aamuruuhkan liikennemäärät Maamonlahdessa kummassakin ajosuunnassa 5 minuutin jaksoissa.



Kuva 1. Liikenteen kuvauspaikat.



Kuva 2. Länsiväylän liikennemäärät Maamonlahdessa maanantaina 28.9.1992.



Kuva 3. Länsiväylän liikennemäärät keskustan suuntaan Maamonlahdessa ja Ruoholahdessa maanantaina 28.9.1992.

Kuvasta 3 nähdään keskustaan suuntautuvat liikennemäärät Maamonlahdessa ja Ruoholahden liikennevaloissa. Kello 7.30 - 8.30 välisenä aikana liikennemäärä Maamonlahden kohdalla on ollut noin 260 ajon/h suurempi kuin Ruoholahden liikennevaloista läpi kulkenut liikennemäärä. Kuvasta 4 nähdään, että liikenne ei suuntaudu välityskyvyn kannalta optimaalisesti Ruoholahden valoissa. Vasemmalle kääntyvä liikennemäärä yhdellä kaistalla on lähes yhtä suuri kuin suoraan Itämerenkadulle kahta kaistaa kulkeva liikennemäärä.

Maksimissaan liikennevaloista kulki läpi 106-120 ajon./6 min, vasemmalle kääntyvällä kaistalla. Kaistan ominaisvälityskyky oli tällöin 2 000 - 2 070 ajon/h ja ajoneuvoväli 1,8 - 1,7 sekuntia.

Iltaruuhkassa suurin osa keskustasta Länsiväylälle tulevasta liikenteestä saapui Mechelininkadulta (kuva 5). Kello 16.00 - 17.00 Mechelininkadulta saapui noin 1 720 ajon/h ja Ruoholahden sillalta noin 1 140 ajon/h. Vaikka Länsiväylälle tuleva kokonaisliikennemäärä oli lähes 2 800 ajon/h, sujui liikenne hyvin. Ainoastaan Länsiväylän alussa olevalta pysäkiltä lähtevä linja-auto aiheutti joitakin vaarallisen näköisiä ohituksia, kun Länsiväylälle kiihdyttävät autot pyrkivät linja-auton ohi piennarta pitkin.

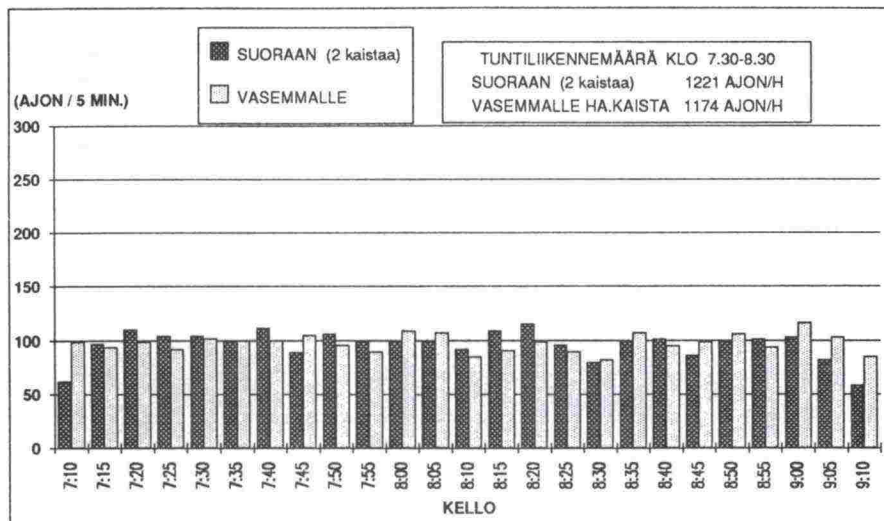
Liikennevalojen aiheuttama jonon pituus oli yli 1 200 m (Lapinlahden sillan keskikohdan Lauttasaaren puolella) klo 7.50 - 9.00. Pysähtyneen jonon pää oli Maamonlahden ja Lemissaaren siltojen välillä (1 800 - 2 100 m) klo 8.25 - 8.50 (kuva 6).

Keskustan suuntaan ajaneet linja-autot ajoivat ruuhkan aikana Lauttasaareissa aivan bussikaistaa päähän, jossa kaistanvaihto onnistui silmämääräisesti katsoen hyvin. Linja-autot eivät joutuneet pysähtymään bussikaistan päähän. Ennen ruuhkautumista linja-autot siirtyivät pois bussikaistalta yleensä jo ennen Maamonlahden siltaa.

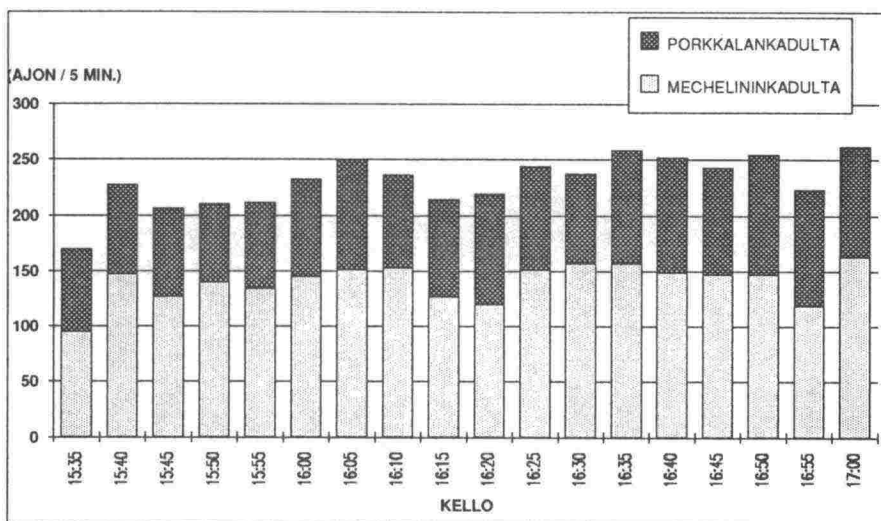
Kuvassa 7 on esitetty liikenteen matkanopeudet Maamonlahdesta Ruoholahteen erikseen busseille ja muille ajoneuvoille. Tarkasteluissa on laskettu liikenteen nopeus ottaen huomioon Ruoholahden liikennevaloissa aiheutuva viivytys. Ruuhkautuminen laski matkanopeuksia selvästi klo 7.45 jälkeen. Ennen ruuhkaa matkanopeus oli noin 45 km/h ja ruuhkan aikana 20 - 25 km/h. Ruuhkahuipun aikana klo 8.15 - 9.00 oli linja-autojen matkanopeus hieman suurempi kuin muiden ajoneuvojen, koska linja-autoilla oli Ruoholahden liikennevaloissa oma melko pitkä kaista.

Vapaiden ajoneuvojen matkanopeus on teoreettisesti Maamonlahdesta Ruoholahteen 52 km/h, jos ajonopeus on 75 km/h nopeusrajoituksella 80 km/h ja 40 km/h nopeusrajoituksella 50 km/h sekä Ruoholahden liikennevaloissa joutuu odottamaan keskimäärin 25 s. Vastaava matka-aika on 2,08 minuuttia.

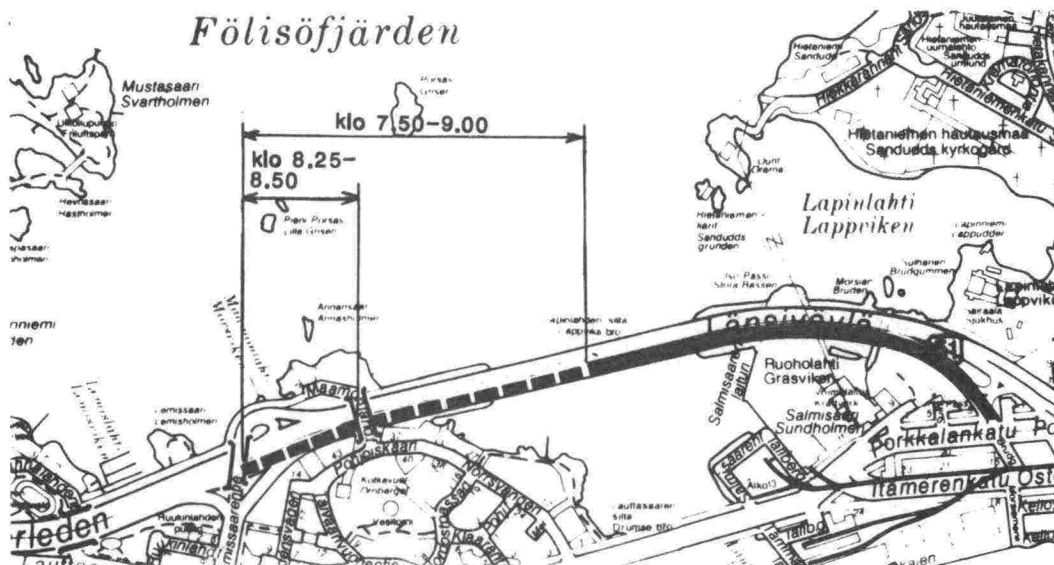
Ruuhkan aiheuttama viivytys Maamonlahdesta Ruoholahteen on keskimäärin 2-3 minuuttia. Suurimmat viivytykset olivat noin 6 minuuttia.



Kuva 4. Liikennemäärät Länsiväylältä keskustaan suunnittain maanantaina 28.9.1992



Kuva 5. Liikennemäärät Länsiväylälle Ruoholahdessa maanantaina 28.9.1992



Kuva 6. Ruoholahden liikennevalojen aiheuttama jonon pituus maanantaina 28.9.1992

2.3

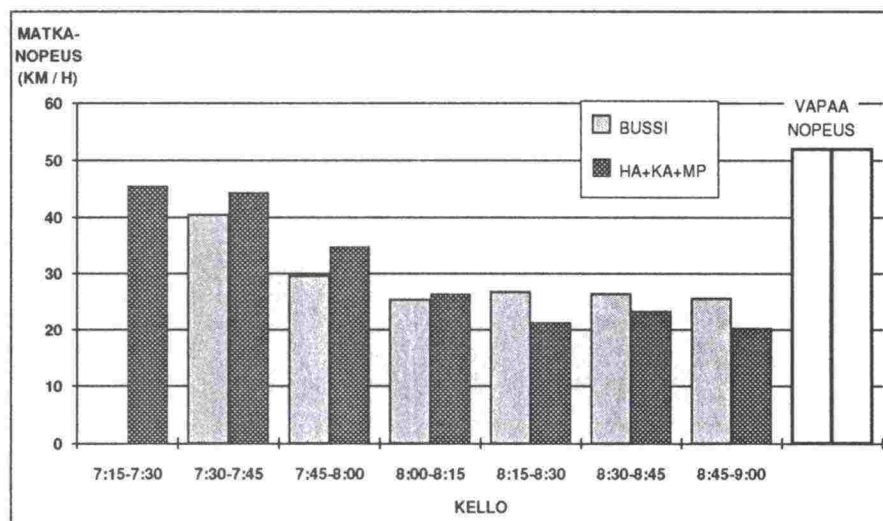
Muut tutkimustulokset

Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratio on tehnyt Länsiväylällä matka-aikatutkimuksia vuosina 1984, 1986 ja 1989. Tutkimuksissa on selvitetty matka-aikoja Matinkylän ja Ruoholahden välillä ruuhka-aikoina. Seuraavassa esitetään eräitä tutkimustuloksia vuoden 1989 tutkimuksesta välillä Maamonlahti - Ruoholahti. ¹⁾

Liikennemäärät olivat aamuruuhkassa ke 18.10.1989 Lapinlahden sillalla lähes yhtä suuret molemmissa suunnissa kuin Maamonlahden sillan kohdalla ma 28.9.1992.

Matka-aika vaihteli ruuhkan huipputuntina (klo 7.30 - 8.30) eri kuukausina välillä 2-8 min (54-14 km/h). Syyskuun mittauksissa matkanopeus oli noin 16 km/h.

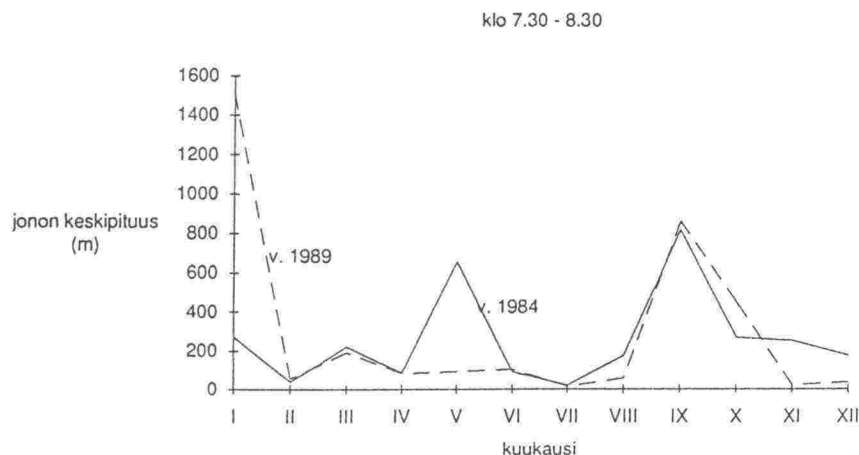
Kuvassa 8 on esitetty liikennevalojonon keskimääräiset pituudet eri kuukausina aamuruuhkan aikana. Suurimmat liikennevalojonon pituudet olivat tammi- ja syyskuussa klo 8.00 jälkeen. Matka-ajan ja kilometriajan suurimmat arvot oli mitattu samoina kuukausina.



Kuva 7. Liikenteen matkanopeudet Maamonlahdesta Ruoholahteen maanantaina 28.9.1992 ja laskennallinen nopeus vapaissa olosuhteissa. Matkanopeuksissa on mukana liikennevaloista aiheutunut viivytys.

1)

Heli Siimes, Matti Pursula. Matka-aikatutkimukset Länsiväylällä vuonna 1989. TKK, Liikennetekniikka. Tiedote 27. Otaniemi 1991.



Kuva 8. Liikennevalojen keskimääräisen pituuden kausivaihtelut.

2.4

Matkustajamäärät ja lähtömäärät

Helsingin kaupungin tekemien liikennelaskentojen mukaan matkustajamäärät olivat Länsiväylällä Espoon ja Helsingin rajalla lokakuun arkipäivänä 1992 joukkoliikenteessä 35 000 ja henkilöautoissa 70 000 matkustajaa/vrk. ¹⁾ Lapinlahden sillalla joukkoliikennematkustajia oli 20 000 ja henkilöautoissa 54 000 matk/vrk.

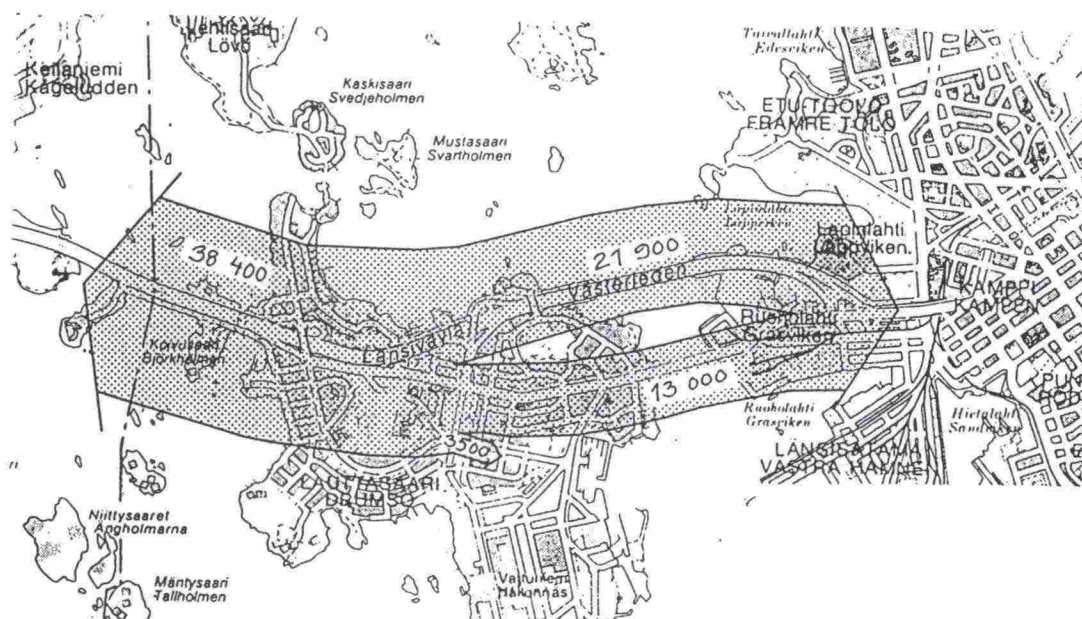
Vuonna 1990 matkustajamäärä Länsiväylällä Espoon ja Helsingin rajalla oli noin 38 400 matkustajaa/vrk. ²⁾ Aamun ruuhkatunnin aikana klo 7-8 tehdään matkoista noin 15 % eli noin 5 800 matkaa.

Espoon ja Lauttasaaren välillä länsisuunnan matkoista tehdään noin 10 % eli noin 3 500 matk/vrk. Näistä 650 matkaa eli noin 19 % tehdään klo 7-8 välisenä aikana.

Kuvassa 9 on esitetty Espoon ja Helsingin väliset joukkoliikennematkat Länsiväylän suunnalla, joka ei sisällä Espoon ulkopuolelta tulevia matkoja.

1) Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 1992. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 1993:2.

2) Espoon ja Lauttasaaren väliset joukkoliikennenyhteydet. Espoon kaupunki. Joukkoliikennetoimisto. Syyskuu 1991.



Kuva 9. Espoon ja Helsingin väliset joukkoliikennematkat Länsiväylän suunnalla vuonna 1990.

Kaikista länsisuunnan joukkoliikennematkoista noin 13 000 matk./vrk tehdään Lauttasaarentien kautta, vaikka määränpää sijaitsee Helsingin keskustan suunnalla. Tällöin Helsinkiin asti matkustavien matka-ajan on arvioitu olevan noin 3 minuuttia pidempi kuin Länsiväylän kautta kulkevilla busseissa.

Espoon ja Helsingin välisestä bussien kokonaislähtömäärästä puolet kulkee Lauttasaarentietä ja puolet Länsiväylää (980/990 lähtöä/vrk ajovuonna 91/92). Aamuruuhkassa klo 6-9 Länsiväylää kulkevien lähtöjen määrä on 278 ja Lauttasaarentietä 199 lähtöä/vrk.

Tavoitetilanteessa vuonna 1996 lähtömäärät ovat molemmissa suunnissa yhteensä Lauttasaarentiellä 370 lähtöä/vrk ja Länsiväylällä 1510 lähtöä/vrk. Lauttasaarentiellä liikennöitäisiin vain ruuhka-ajan ulkopuolella. Länsiväylän lähdoistä noin 460 tapahtuu aamulla klo 6-9.

Pääkaupunkiseudun ulkopuolelta tulevien linjojen reitit kulkevat Lauttasaarentien kautta. Näitä lähtöjä on noin 80 lähtöä/vrk molemmissa suunnissa yhteensä.

Aamulla klo 7-8 ovat bussimäärät nykyisin seuraavat:

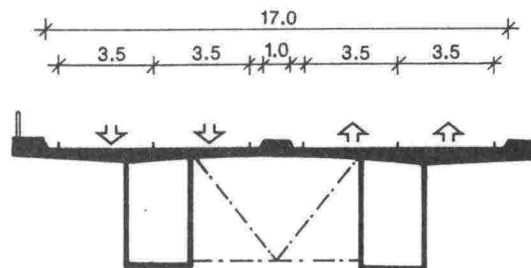
	Helsingistä	Helsinkiin
Länsiväylää	40	95
Lauttasaaren kautta	30	35

3. KAISTA- JA OHJAUSTAPAVAIHTOEHTOJA

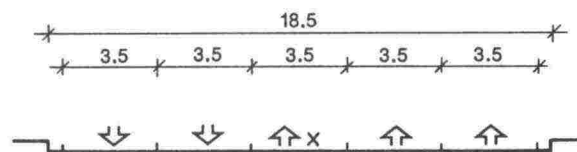
3.1 Yleistä

Seuraavassa tarkastellaan viittä eri vaihtoehtoa, joilla keskustaan suuntautuvan joukkoliikennettä voisi nopeuttaa Lapinlahden sillalla. Nämä vaihtoehdot ovat:

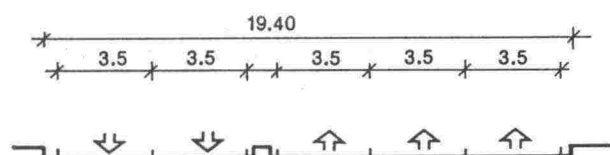
VE1. Liikennevalo-ohjaus, jossa ajoneuvoliikennettä säännöstellään sillan länsipäässä, jolloin linja-autot voivat päästä sillan yli ilman pysähdyksiä. Sillalla on käytössä nykyiset kaistat.



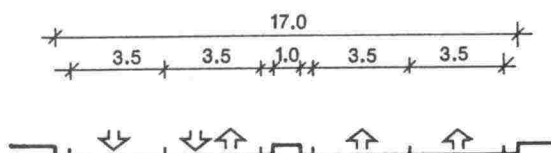
VE2. Sillan viisikaistaistaminen 3,5 m kaistoilla. Keskikaistana on kaksoissulkuviiva.



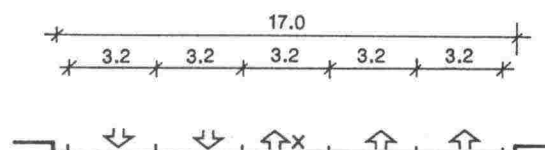
VE3. Sillan viisikaistaistaminen 3,5 m kaistoilla. Keskikaistalla on kaide.



VE4. Nykyisen sillan keskustasta Tapiolan suuntaan johtava vasemman puoleinen kaista on vaihtuvasuuntainen.



VE5. Nykyinen silta on jaettu viiteen kaistaan, jolloin kaistaleveys on 3,2 m ilman keskikaistaa.



Vaihtoehtoa, jossa nykyisen sillan oikean puoleinen kaista keskustan suuntaan olisi varattu vain joukkoliikenteelle, ei ole tutkittu laajemmin, koska Ruoholahden liikennevalojen välityskyky (yli 3000 ajon/h) on huomattavasti suurempi kuin yhden kaista välityskyky (1900-2000 ajon/h). Lisäksi aamuruuhkan liikennemäärä (2600-3000 ajon/h) on niin paljon suurempi kuin kaistan välityskyky, että se aiheuttaisi 2-3 km pitkän jonon (Hanasaaren-Karhusaaren kohdalle).

Tielaitoksen selvityksessä "Pääväylät kaupunkialueella 49/1992" on poikkileikkauksen suunnittelua varten annettu taulukossa 1 esitetyt eri laatuluokkien mukaiset suositeltavat kaistaleveydet.

Taulukko 1. Suositeltavat kaistaleveydet ¹⁾

Nopeus (km/h)	Kaistaleveys (m)		
	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä
50	3,5	3,25	3,25
60	3,5	3,25	3,25
70	3,5	3,5	3,25
80	3,5	3,5	3,5
100	3,75	3,5	3,5

3.2

Liikennevalo-ohjaus Maamonlahdessa

Bussikaistaa saapuva linja-auto havaitaan riittävän aikaisessa vaiheessa ja sillalle johtavan oikeanpuoleisen kaistan liikenne pysäytetään (kaista suljetaan), jos on vaarana, että jonot tukkivat sillan. Pysäytyshetki valitaan siten, että linja-auto ei joudu merkittävästi hidastamaan sillalla olevan hitaasti liikkuvan jonon takia.

Jos ajoneuvojono ylittää Lapinlahden sillan nopeudella 23 km/h ja linja-auton tavoitenopeus on 65 km/h, tulisi ajoneuvojono pysäyttää 60 sekuntia ennen linja-auton saapumista. Tieto linja-autosta tarvitaan tällöin Katajaharjun eritasoliittymän kohdalta.

Jos linja-autojen etuisuus toteutetaan korkeintaan 3 minuutin välein, voidaan arvioida, että välityskyky kaistan sulkemiskohdassa on samaa suuruusluokkaa kuin välityskyky (kolmen kaistan) Ruoholahdessa, koska molemmissa kohteissa kaistojen yhteenlaskettujen suhteellisten vihreiden aikojen osuuksien summat ovat likimain yhtä suuret. Tästä johtuen kaistan sulkemiskohtaan muodostuu vähintään yhtä pitkät jonot kuin Ruoholahden liikennevaloihin nykyisin.

Tavoitetilanteessa vuonna 1996 seutuliikenteen linja-autoja kulkee aamuruuhkan aikana noin 150 autoa tunnissa eli keskimäärin 24 sekunnin välein. Yhden etuisuusjakson aikana tulisi ohjata 7-8 linja-autoa, jos ruuhkan mukana ei kulkisi yhtään linja-autoa. Linja-autoja

1)

Pääväylät kaupunkialueilla. Poikkileikkaus. Tielaitoksen selvityksiä 49/1992.

ei juuri kannata pysäyttää odottamaan seuraavaa etuisuutta, koska jonossa ajaen linja-autolle aiheutuva viivytys on vain 75 sekuntia. Jos linja-autoja ei pysäytetä, voisi tasavälein saapuvista autoista alle neljäsosa päästä ilman viivytyksiä sillan yli.

Edellä kuvattu vaihtoehto olisi liikenneturvallisuuden kannalta huono, koska toisen kaistan sulkeminen johtaisi ylimääräisiin kaistan vaihtoihin ennen pysähdyskohtaa. Lisäksi kaistanvaihto sillalla tulisi kieltää. Vaihtoehdossa vain osa linja-autoista voisi edetä sillan yli viivytyksittä.

3.3

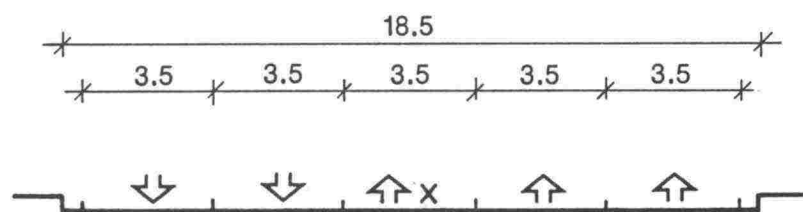
Kaistat 5 x 3,5 m, ei keskikoroketta

Silta voidaan viisikaistaistaa leventämällä siltaa toiselta reunaltaan 1,5 metriä (liite 1). Tällöin sillan hyödyllinen leveys on nostettu $8,0+1,0+8,0 = 17$ metristä 18,5 metriin.

Jos molemmille reunoille jätetään 0,5 m piennar, tulee kaistaleveydeksi 3,5 m kaikille kaistoille ilman keskikoroketta. Välikaiteen rakentaminen (leveys $0,5+0,35+0,5 = 1,35$ m) johtaisi 3,23 m kaistaleveyteen.

Keskustaan johtava oikeanpuoleisin kaista olisi aamuruuhkassa osoitettu vain linja-autoille. Muuna aikana kaistaa voisivat käyttää myös muut ajoneuvot. Tällöin keskustaan johtava vasemman puoleinen kaista olisi suljettu ja nopeusrajoitus voisi olla 70-80 km/h. Aamuruuhkassa nopeusrajoituksen tulisi olla 50-60 km/h molemmissa suunnissa.

Leventämistyön kestoksi on arvioitu noin 5 kuukautta.



3.4

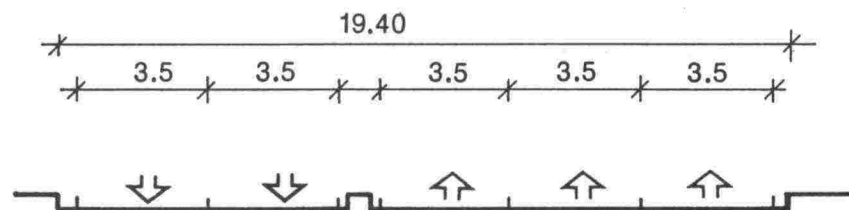
Kaistat 5 x 3,5 m ja keskikoro

Silta voidaan viisikaistaistaa myös leventämällä siltaa molemmilta reunoiltaan 1,2 m (liite 1). Sillan hyödyllinen leveys tulisi olemaan 19,4 m.

Jos sillan molemmille reunoille jätetään 0,45 m ja keskikaiteen (leveys 0,5 m) molemmin puolin jätetään 0,25 m pientareet, tulee kaikkien kaistojen leveydeksi 3,5 metriä.

Kaistajako voisi olla jatkuvasti 3 kaistaa keskustaan ja 2 keskustasta. Keskustaan johtava oikeanpuoleisin kaista olisi joko jatkuvasti varattu joukkoliikenteelle tai vain aamuruuhkan aikana.

Leventämistyön kestoksi on arvioitu 9 kuukautta.



3.5

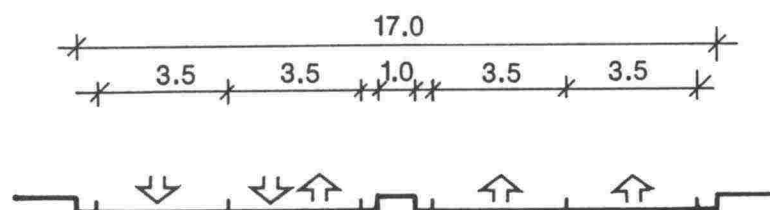
Nykyiset kaistat ja vaihtuvasuuntainen kaista

Kaistajärjestelyt

Aamuruuhkassa keskustasta Tapiolan suuntaan olisi käytössä vain oikeanpuoleinen kaista ja vasemmanpuoleinen kaista olisi keskustaan menevien käytössä. Keskustaan johtava oikeanpuoleinen kaista olisi vain joukkoliikenteelle. Muuna aikana kaistojen käyttö olisi kuten nykyisin.

Keskustasta johtavalla ajoradalla tulisi olla 50 tai 60 km/h nopeusrajoitus molemmissa suunnissa silloin, kun ajokaistoilla on vastakkainen liikenne (aamuruuhkan aikana). Muuna aikana nopeusrajoitus voisi olla nykyinen 80 km/h.

Järjestely olisi ollut mahdollinen 1992 olevilla kaistajärjestelyillä, jolloin Ruoholahdessa linja-autoliikenne oli saapumassa Helsinkiin vasemmalla ajokaistalla. Nykyisellään bussikaista on oikeassa reunassa, eikä näin ollen tue aiemmin ajateltua kaistaratkaisua.



Helsingin keskustasta saapuvan liikenteen toimivuus aamuruuhkassa

Helsingin kaupungin liikennelaskentojen mukaan liikennemäärä Lapinlahden sillalla Espoon suuntaan oli vuosina 1989-91 syyskuussa aamuhuipputuntina klo 7.45 - 8.45 1775, 1978 ja 1915 ajoneuvoa. Lokakuun alussa 1992 liikennemäärä oli 1700 ajon/h, josta noin 30 % saapui Porkkalankadulta ja 70 % Mechelininkadulta. Vastaava huip-

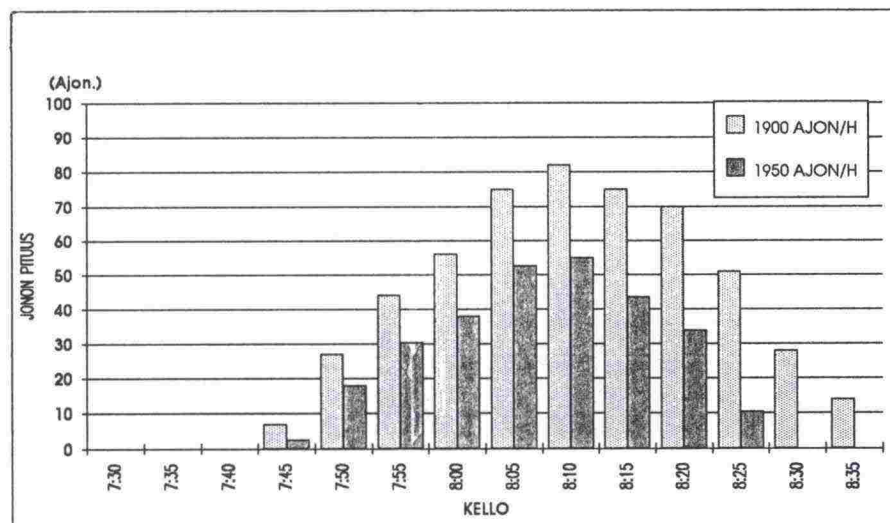
putuntiliikennemäärä 28.9.1992 oli 1891 ajoneuvoa klo 7.30 - 8.30. Viiden minuutin tuntiliikenteeksi muutettu liikennemäärä oli maksimissaan noin 2100 ajon/h. Vastaava liikennemäärä oli yli 2000 ajoneuvoa 30 minuutin ajan klo 7.45 - 8.15 ja yli 2050 ajoneuvoa 20 minuutin ajan.

Koska kaistan välityskyvyksi voidaan suomalaisten mittaustulosten perusteella arvioida 1900-2000 ajon/h, niin liikennelaskentojen mukaan keskustasta aamuruuhkassa tuleva liikenne ylittää yhden kaistan välityskyvyn vain vähän.

Ylikysyntätilanteen tarkastelu

Ylikysyntätilanteella tarkoitetaan tilannetta, jossa tiettyyn pullonkaulaan (esim. tässä tapauksessa toinen kaista suljetaan) saapuvan liikenteen määrä keskimäärin ylittää vastaavan tulosuunnan välityskyvyn.

Ylikysyntätilannetta voi yksinkertaistetusti tarkastella piirtämällä saapuvan (kysyntä) ja poistuvan (välityskyky) liikenteen summakäyrien erotuksen esim. 5 minuutin jaksoissa (kuva 10). Kuvasta nähdään, että maksimijono ajoneuvoina on välityskyvyllä 1900 ajon/h 82 autoa ja välityskyvyllä 1950 ajon/h 55 autoa. Liikennetiheydellä 78 ajon/km (ajoneuvoväli on noin 13 m) 55 autoa muodostaa noin 700 metrin jonon.



Kuva 10. Arvio jonoon joutuvien ajoneuvojen lukumäärästä, jos Helsingin keskustasta saapuva liikenne johdetaan yhdelle kaistalle ennen Lapinlahden siltaa. (Ve 4)

Toinen tapa ylikysyntätilanteiden tarkasteluun on käyttää shokkiaaltoteoriaa. Kun liikennemäärä ylittää pullonkaulan välityskyvyn, syntyy tielle taaksepäin etenevä shokkiaalto (jono). Kun ylikysyntä loppuu, alkaa jono lyhentyä eteenpäin liikkuvan shokkiaallon nopeudella. Aallon nopeus saadaan kaavasta

$$c = (Q_1 - Q_2) / (k_1 - k_2) \quad (1)$$

Kaavassa Q:t ovat saapuva liikennemäärä ja pullonkaulan välityskyky sekä k:t vastaavia liikennetiheyksiä.¹⁾

Syntyvän ruuhkan kesto ja tielle syntyvän jonon pituus voidaan laskea yksinkertaisesti, kun ylikysynnän kesto tunnetaan. Liitteessä 2 on esitetty miten ruuhkan pituus ja ruuhkaan joutuva ajoneuvomäärä voidaan määrittää. Viivytyksiä laskettaessa on otettava huomioon myös pullonkaulan jälkeen oleva yksikaistaisen tieosan pituus (sillan pituus), jolla joudutaan ajamaan normaalia hitaammin.

Taulukossa 2 on esitetty eri liikennemäärillä, nopeuksilla ja ruuhkan kestoilla saadut maksimijonot, ruuhkan kokonaiskestot ja keskimääräiset viivytykset. Jos ylikysyntätilanteen liikennemäärä on 2000 ajon/h ja pullonkaulan välityskyky on 1950 ajon/h sekä vastaavat nopeudet ovat 50 ja 25 km/h, niin shokkiaalto etenee vastavirtaan nopeudella 1,3 km/h. Jos ruuhkan kesto on 20 minuuttia, saadaan jonon pituuden maksimiksi 440 metriä. Oikean kaistan jonon pituudeksi voidaan arvioida noin 300 metriä ja vasemman kaistan noin 140 metriä, kun saapuvasta liikenteestä Mechelininkadun liikenne (osuus 70 %) tulee oikean puoleiselle kaistalle ja Porkkalankadun liikenne (osuus 30 %) tulee vasemman puoleiselle kaistalle. Ruuhkaan joutuvien ajoneuvojen määrä on 800 ja ruuhkasta johtuva keskimääräinen viivytys noin 16 sekuntia/ajoneuvo.

Jos edellä olevassa esimerkissä pullonkaulan välityskyky on vain 1900 ajon/h, niin ruuhkan kestolla 30 minuuttia saadaan maksimijononpituudeksi oikealla kaistalla lähes 1000 metriä ja vasemmalla lähes 400 metriä.

Taulukko 2. Keskustasta saapuvan liikenteen jononpituuksien ja viivytysten arviointi, jos Länsiväylä kavennetaan Lapinlahden sillalla yksikaistaiseksi.

Taulukko 2. LÄNSIVÄYLÄN KESKUSTASTA SAAPUVAN LIIKENTEEN JONONPITUUKSIEN JA VIIVYTYSTEN ARVIOINTI, JOS VÄYLÄ KAVENNETAAN LAPINLAHDEN SILLALLA YKSIKAIKKAISEKSI

Liikennemäärät			Liikennetiheydet			Nopeudet			Ruuhkan kesto t (min)	Shokkiaallot		Maks. jono l (km)	Ruuhkan kok. kesto tr (h)	Ruuhkaan joutuvien ajon. määrä			Keskim. viivytys d (s/ajon)
Yli- kysyntä Qr (ajon/h)	välitys- kyky Qc (ajon/h)	ruuhkan jälkeän Q (ajon/h)	Yli- kysyntä kr (ajon/km)	Jono k1 (ajon/km)	ruuhkan jälkeän k (ajon/km)	Saap. v=vr (km/h)	Jono vj (km/h)	Silta vs (km/h)		vastavirt. c1 (km/h)	myötävirt. c2 (km/h)			Kasv. V1 (ajon)	Purk. V2 (ajon)	Keskim. Vd (ajon)	
2000	1900	1700	28,6	76,0	24,3	70	25	50	30	-2,1	3,9	1,054	0,77	1468	1030	437,8	48,8
2000	1900	1700	28,6	95,0	24,3	70	20	50	30	-1,5	2,8	0,753	0,77	1456	1022	434,1	48,4
2000	1900	1650	28,6	76,0	23,6	70	25	50	30	-2,1	4,8	1,054	0,72	1370	1030	339,9	48,8
2000	1900	1700	40,0	76,0	34,0	50	25	50	30	-2,8	4,8	1,389	0,79	1504	1056	448,6	50,0
2000	1900	1700	40,0	95,0	34,0	50	20	50	30	-1,8	3,3	0,909	0,78	1477	1036	440,5	49,1
2000	1950	1700	28,6	78,0	24,3	70	25	50	20	-1,0	4,7	0,337	0,41	791,3	676,3	115	15,6
2000	1950	1700	28,6	97,5	24,3	70	20	50	20	-0,7	3,4	0,242	0,40	788,1	673,6	114,5	15,5
2000	1950	1700	40,0	78,0	34,0	50	25	50	20	-1,3	5,7	0,439	0,41	800,5	684,2	116,3	15,8
2000	1950	1700	40,0	97,5	34,0	50	20	50	20	-0,9	3,9	0,29	0,41	793,6	678,3	115,3	15,7
2050	1950	1750	41,0	78,0	35,0	50	25	50	20	-2,7	4,7	0,901	0,53	1028	720,3	307,4	32,4
2000	2000	1750	28,6	40,0	25,0	70	50	50	0	0,0	16,7	0	0,00	0	0	0	0,0

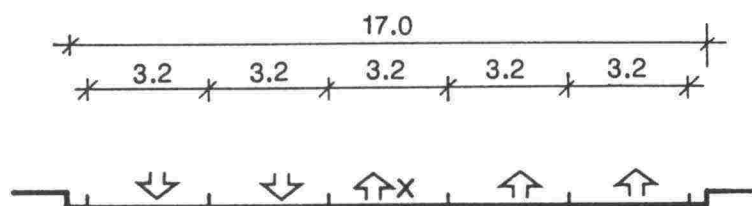
1)

3.6

Kaistat 5 x 3,2 m

Nykyisen poikkileikkauksen jakaminen viiteen kaistaan poistamalla keskikoroke johtaisi 3,2 metrin kaistaleveyteen, kun molemmilla reunoilla on 0,5 metrin pientareet. Kapeat kaistat edellyttäisivät noin 40-50 km/h nopeusrajoitusta. Liikenneturvallisuuden kannalta järjestely ei ole riittävä. Vaikka se alennetuin nopeusrajoituksin toimisikin ruuhka-aikana, niin se hidastaisi liikennettä muuna aikana.

Ruuhka-ajan ulkopuolella keskimmäisen kaistan voisi sulkea, jolloin nopeusrajoitus voisi olla molemmissa suunnissa 60 km/h.



4.

LAITTEISTORATKAISUT

Liikennevalo-ohjaus, VE 1

Ohjausjärjestelmän tulee toimia siten, että sillalle pyrkivän oikean puoleisen kaistan liikenne pysäytetään vain silloin, kun sillalla on jono ja linja-auto on saapumassa.

Ohjausjärjestelmän tulee kerätä ilmaisimien avulla tietoa

- sillalla ja sillan jälkeen olevasta jonosta sekä sen nopeudesta
- linja-autojen saapumisesta.

Lisäksi tarvitaan nopeusohjaus- ja opastusjärjestelmä, jolla siltaa lähestyviä autoilijoita informoidaan muuttuneista olosuhteista.

Ohjauskojeena voidaan käyttää liikennevalo-ohjauskojetta, joka ohjaa kaistakohtaisia opastimia ilmaisimilta kerätyn tiedon ja kojeeseen ohjelmoitujen toimintaohjeiden perusteella.

Vaihtoehdot 2 ja 5

Vaihtoehdoissa VE 2 ja VE 5 tulee olla nopeusohjausjärjestelmä molemmissa ajosuunnissa sekä järjestelmä, jolla sillan keskimäinen kaista voidaan sulkea vähäisen liikenteen ajaksi. Lisäksi muuttuvilla merkeillä varataan sillan oikean puoleinen keskustaana johtava kaista ruuhka-aikana vain joukkoliikenteelle. Liitteessä 3 on esitetty periaatekuva opasteportaalien sijoituksesta ja opasteiden näytöistä ruuhka-aikana ja muuna aikana.

Kaistat 5 x 3,5 m ja keskikoroke, VE 3

Vaihtoehdossa 3 on keskustasta pois päin kaksi kaistaa ja keskustan suuntaan kolme kaistaa, joista oikean puoleisin on jatkuvasti varattu joukkoliikenteelle. Vastakkaisten suuntien välissä on kaide. Vaihtoehdossa ei välttämättä tarvita erityistä liikenteen ohjausjärjestelmää. Kuitenkin ruuhkasta varoittava järjestelmä olisi myös tässä vaihtoehdossa tarpeen kuten myös muissakin vaihtoehdoissa.

Nykyiset kaistat ja vaihtuvasuuntainen kaista

Vaihtuvasuuntaisen kaistan käyttö edellyttää huomattavasti laajempaa liikenteen ohjausjärjestelmää kuin muut vaihtoehdot. Ruuhka-ajan ulkopuolella kaistojen käyttö olisi kuten nykyisin eli kaksi kaistaa keskustaan ja kaksi keskustasta. Ruuhka-aikana tulee keskustasta tulevan vasemman puoleisen kaistan liikenne ohjata oikealle kaistalle. Kun vasen kaista on tyhjä, sallitaan keskustaan saapuvan liikenteen käyttää em. kaistaa. Samalla keskustaan johtava oikean puoleinen kaista osoitetaan vain joukkoliikenteen käyttöön.

Liitteessä 4 on esitetty periaatekuva opasteportaalien sijoituksesta ja opasteiden näytöistä ruuhka-aikana ja muuna aikana.

Nopeus- ja kaistaohjausperiaatteita

Vaihtuvasuuntaisen kaistan käyttö (VE 4) ja vaihtoehdot 2 ja 5 edellyttävät sekä nopeus- että kaistaohjausta.

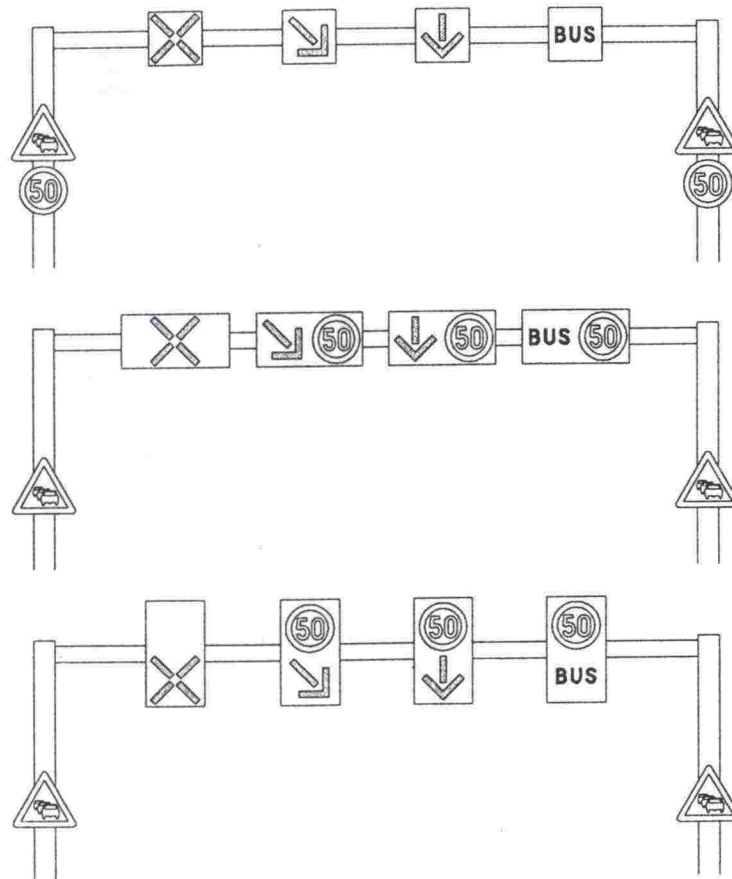
Kuvassa 11 on esitetty kolme vaihtoehtoa opasteiden sijoittamisesta portaaliin. Ylimmässä vaihtoehdossa osoitetaan kaistakohtaisesti vain kaistan käyttö. Vaihtoehto on halvempi toteuttaa kuin muut, mutta siinä ei ole mahdollisuutta kaistakohtaiseen nopeusopastukseen. Kahdessa muussa vaihtoehdossa on kaistakohtainen nopeusopastus joko kaistan käyttöopasteen vieressä tai yläpuolella.

Kaikissa vaihtoehdoissa voidaan ruuhkasta varoittavat merkit sijoittaa portaalien pystyputkiin.

Muuttuva opastus voisi yksinkertaisimmillaan olla toteutettu kello-ohjattuna. Tällöin esim. kaista suljettaisiin tietyinä ajankohtana ja avattaisiin toisena ajankohtana. Eri viikonpäiville tulisi voida määrittellä eri ajankohdat.

Toinen tapa muuttuvan opastuksen ohjaamiseen on käyttää liikenneohjausta. Liikenteestä kerätyn tiedon avulla ohjausjärjestelmä ohjaa tauluja järjestelmään ohjelmoitujen toimintaohjeiden perusteella. Liikenteestä kerätään (ajorataan upotettujen) ilmaisimien avulla tietoa:

- liikennemääristä
- nopeuksista
- ilmaisimien varautuneisuusasteesta



Kuva 11. Kaistaohjauksen periaatteita.

Kun ilmaisimilla havaitaan, että jono on ulottumassa Ruoholahdesta Lapinlahden sillalle, tulee järjestelmän muuttaa sillan oikeanpuoleinen kaista vain joukkoliikenteen käyttöön.

Muuttuvien opasteiden ohjaamiseen ja liikennetietojen keruuseen voidaan käyttää yhtä tai useampaa ohjauskojetta, jotka valvovat itse itseään.

Järjestelmän tulee olla erittäin toimintavarma. Tästä johtuen ohjauksen oikea toiminta on varmistettava hyvin ja järjestelmän valvonta on oltava tehokasta.

Länsiväylällä opasteiden havaittavuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska aamulla keskustan suuntaan kulkeva liikenne kulkee vasten aurinkoa. Muuttuvissa opasteissa tulisi käyttää kuituoptiikkaa, koska se on havaittavuudeltaan parempi kuin muut menetelmät. Opasteiden näytöt on varmistettava esimerkiksi kaksilla lampuilla.

Järjestelmän seuranta- ja valvontatieto voidaan johtaa valvomoon tai informaatiokeskuksen esimerkiksi Helsingin liikennevalvomoon. Valvonnassa voidaan käyttää apuna myös kameravalvontaa, joka mahdollistaa myös järjestelmän käsiohjauksen. Yksinkertaisempi tapa on, että ohjauskoje valvoo itse itseään ja vikatapauksessa koje tekee hälytyksen modeemin avulla haluttuun puhelinnumeroon.

Ilmaisimien, ohjauskojeiden ja opasteiden on sovelluttava esimerkiksi ruuhkan varoitusjärjestelmään.

5. VAIHTOEHTOJEN VERTAILUT

5.1 Lähtökohtia

Laadittuja vaihtoehtoja verrataan nykytilanteeseen, jossa keskustaan johtava bussikaista on Länsiväylän oikealla reunalla ennen Ruoholahtea.

Linja-autojen liikennemäärät ovat tavoitetilanteen 1996 tasolla. Tavoitetilanteessa Lauttasaarentiellä liikennöitäisiin vain ruuhka-aikojen ulkopuolella.

Vaihtoehtojen vertailussa on käytetty taulukossa 3 esitettyjä lähtötietoja, jotka perustuvat Helsingin kaupungin tekemiin liikennelaskentoihin, Espoon joukkoliikennetoimistolta saatuihin tietoihin ja selvitykseen.

Taulukko 3. Vaihtoehtojen vertailussa käytetyt lähtötiedot Lapinlahden sillan kohdalla.

	Aamuruuhka		Koko vuorokausi	
	keskustaan	keskustasta	keskustaan	keskustasta
Liikennemäärä	(ajon/h)	(ajon/h)	(ajon/vrk)	(ajon/vrk)
- bussit **	150	70	750	750
- muut ajon.*	2 550	1 800	20 000 (KVL)	23 000 (KVL)
Keskikuormitus				
- bussit *	45	20	(23)	(23)
- muut ajon.*	1,3	1,3	1,3	1,3
Henkilömäärä	(tunnissa)	(tunnissa)	(vrk)	(vrk)
- bussit **	6750	1400	17500	17500
- muut ajon.*	2805	1980	22000	25300

* vuosi 1991

** tavoitetaso 1996

Ruuhkan kestoksi on arvioitu 1,5 tuntia vuorokaudessa ja ruuhka-päivien määräksi 200 kpl vuodessa. Ajoneuvo- ja aikakustannuksina on käytetty ajokustannukset 1992 mukaisia kustannuksia.¹⁾

- aikakustannukset 20 mk/tunti/henkilö
- ajoneuvokustannukset
 - * linja-autot 292-539 p/km nopeustasosta riippuen
 - * muut autot 74-148 p/km "

1)

Tieliikenteen ajokustannukset 1992. Tiehallitus. Helsinki 1992.

Vertailuissa tarkastelut on tehty tieosalle Maamonlahti - Ruoholahti, jonka pituus on 1,8 km. Liikennevalovaihtoehdossa VE 1 on tarkas-

teluihin otettu mukaan myös ennen Maamonlahtea syntyvät viivytykset, jotka johtuvat matkanopeuden alenemisesta. Viivytyksen on arvioitu olevan ruuhka-aikana 1,2 minuuttia/ajoneuvo.

Nykytilanteen matkanopeuksina on käytetty aamuruuhkassa linja-autoilla 25 km/h ja muilla ajoneuvoilla 20 km/h keskustan suuntaan. Keskustasta saapuvalla liikenteelle on käytetty nopeutta 70 km/h. Ruuhka-ajan ulkopuolella keskustaan kulkevan liikenteen nopeus on 55 km/h ja keskustasta 70 km/h.

Kaikissa vaihtoehdoissa muiden kuin linja-autojen matkanopeus on keskustan suuntaan sama kuin nykytilanteessa (20 ja 55 km/h).

5.2

Toiminnallinen vertailu

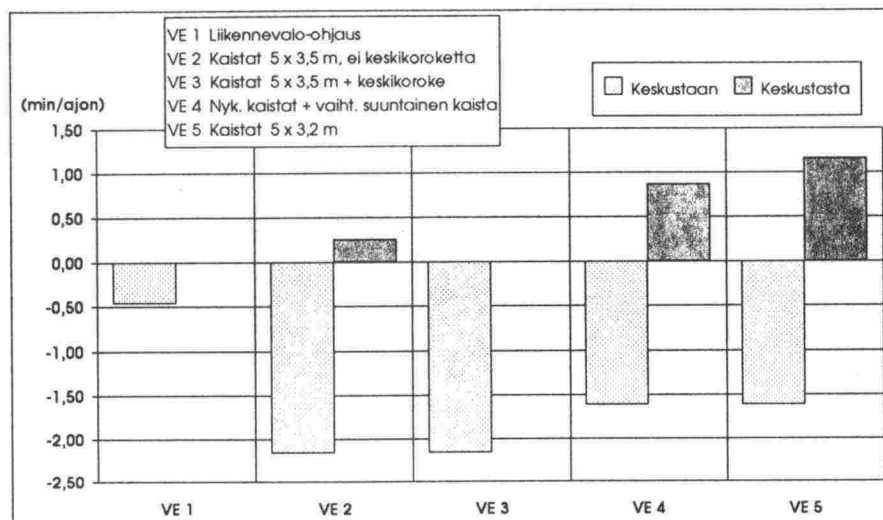
Linja-autojen ja muiden ajoneuvojen matkanopeudet ja matka-ajat eri vaihtoehdoissa välillä Maamonlahti - Ruoholahti on esitetty liitteissä 5 ja 6. Keskustasta poispäin kulkevan liikenteen nopeutta joudutaan laskemaan ruuhka-aikana vaihtoehdoissa 2, 4 ja 5 (vaihtoehdot ei keskikoroketta, vaihtuvasuuntainen kaista ja kapeat kaistat). Vaihtoehdossa 2 matka-aika kasvaa 0,26 minuuttia, vaihtoehdossa 4 0,87 minuuttia ja vaihtoehdossa 5 1,16 minuuttia nykytilanteeseen nähden.

Ruuhka-ajan ulkopuolella keskustasta poispäin kulkevan liikenteen nopeutta joudutaan laskemaan vain vaihtoehdossa 5. Vaihtoehdossa 2 on oletettu, että nopeusrajoitus voisi olla 70-80 km/h, jos keskimäinen kaista on suljettu.

Linja-autojen matka-aikaero aamuruuhkassa on nykytilanteeseen verrattuna eri vaihtoehdoissa esitetty kuvassa 12. Viisikaistaistaminen 3,5 metrin kaistoin johtaa yli kahden minuutin aikasäästöihin autoa kohden keskustan suuntaan. Vuodessa aikasäästö on noin 1600 tuntia.

Valo-ohjausvaihtoehdossa VE1 toisen kaistan pysäyttäminen minuutiksi kolmen minuutin välein johtaa vähintään yhtä pitkiin jonoihin kuin Ruoholahden liikennevaloissa on nykyisin.

Vaihtoehdossa VE4 (vaihtuvasuuntainen kaista) kaistamäärän vähentymisen yhteen Lapinlahden sillalla keskustan suunnasta johtaa aamuruuhkassa arviolta 300 metrin jonon pituuteen oikealla kaistalla ja 140 metrin jonoon vasemmalla kaistalla.



Kuva 12. Linja-autojen matka-aikaero nykytilanteeseen verrattuna aamuruuhkassa eri vaihtoehtoisissa suunnitelmassa.

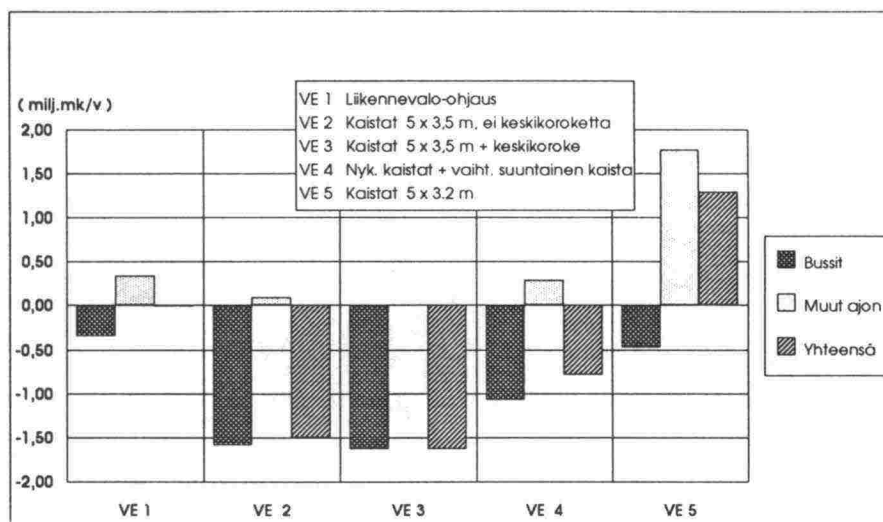
5.3 Ajokustannukset

Tieliikenteen ajokustannukset koostuvat kolmesta osasta: ajoneuvo-, aika- ja onnettomuuskustannuksista. Seuraavassa on tarkasteltu vaihtoehtojen ajoneuvo- ja aikakustannuksia aamuruuhkassa ja muuna aikana. Laskelmien lähtöaineistoa aamuruuhkan ja muun ajan kustannukset sekä erot nykytilanteeseen on esitetty liitteissä 5 ja 6.

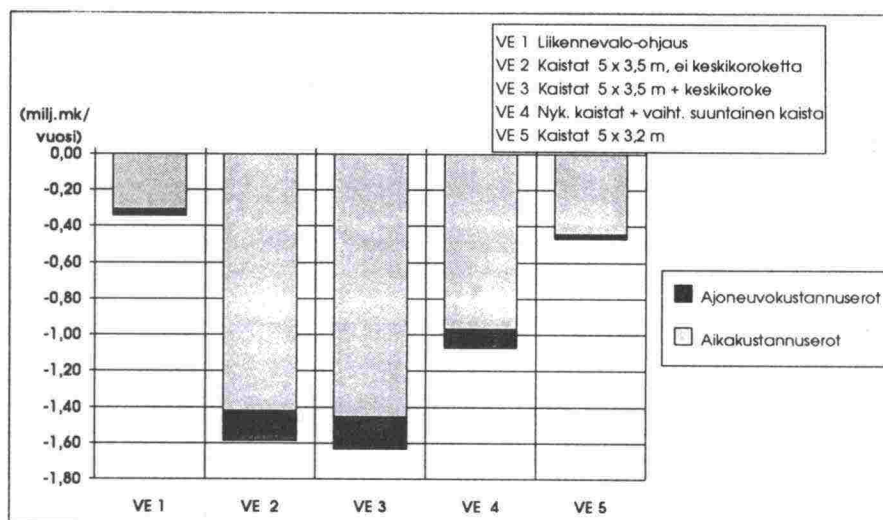
Laskelmissa ei ole mukana liikennöitsijäkustannuksia.

Kuvassa 13 on esitetty eri vaihtoehtojen yhdistetty ajoneuvo- ja aikakustannusten muutos vuodessa verrattuna nykytilanteeseen. Kaikissa vaihtoehtoisissa saavutetaan linja-autojen osalta säästöä ajoneuvo- ja aikakustannuksissa nykytilanteeseen verrattuna. Muiden ajoneuvojen osalta säästöä ei saada missään vaihtoehdossa. Sen sijaan lisäkustannuksia tulee muissa kuin vaihtoehdossa 3. Lisäkustannukset muodostuvat vaihtoehdoissa 4 ja 5 keskustasta Espoon suuntaan kulkevan liikenteen hidastumisesta. Suurimmat säästöt noin 1,5-1,6 milj.mk vuodessa saadaan vaihtoehdoissa 2 ja 3.

Vaihtoehdossa 2 on oletettu, että matkanopeus keskustasta ruuhka-ajan ulkopuolella on sama kuin nykyisin (70 km/h). Tällöin ajoneuvo- ja aikakustannukset eivät muutu nykytilanteeseen nähden. Jos nopeusrajoitus joudutaan laskemaan arvoon 60 km/h, vaikka keskimääräinen kaista on suljettu, aiheutuu tästä ajoneuvo- ja aikakustannuksia vuodessa noin 1,8 milj.mk enemmän kuin nykytilanteessa. Tästä seuraa, että vaihtoehdossa 2 ei saavutettu säästöjä lainkaan, vaan kuluja on noin 0,3 milj.mk vuodessa.



Kuva 13. Ajoneuvo- ja aikakustannusten muutos vuodessa verrattuna nykytilanteeseen.



Kuva 14. Linja-autojen ajoneuvo- ja aikakustannusten muutos verrattuna nykytilanteeseen.

Kuvassa 14 on esitetty linja-autojen ajoneuvo- ja aikakustannusten muutos vuodessa verrattuna nykytilanteeseen eriteltyinä ajoneuvo- ja aikakustannuseroihin. Kuvasta nähdään, että matkustajien aikakustannussäästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin ajoneuvokustannussäästöt. Esimerkiksi vaihtoehdossa 3 ajoneuvokustannussäästö on noin 0,18 milj.mk vuodessa, joka johtuu matkanopeuden kasvun (25-50 km/h) aiheuttamasta ajoneuvokustannusten pienentymisestä (539 p/km - 322 p/km).

Eri vaihtoehtojen onnettomuuskustannuksia ei tässä yhteydessä ole laskettu. Voidaan kuitenkin arvioida, että vaihtoehdoissa 1, 2, 4 ja 5 tapahtuisi nykyistä enemmän onnettomuuksia. Vaihtoehdossa 3 onnettomuuksien määrän arvioidaan olevan samalla tasolla kuin nykyisin. Edellä olevan perusteella onnettomuuskustannukset ovat pienimmät vaihtoehdossa 3, jossa on viisi kaistaa ja keskikoroke.

5.4

Rakentamiskustannukset

Vaihtoehtojen rakentamiskustannukset on arvioitu seuraaviksi vuoden 1993 hintatasossa:

	Silta + lisäkaistat (Mmk)	Portaalit + taulut + liikent.ohjaus (Mmk)	Yhteensä (Mmk)
- VE 1	0,6	0,6	1,2
- VE 2	12,4	1,0	13,4
- VE 3	20,4	0,0	20,4
- VE 4	1,1	5,0	6,1
- VE 5	1,1	1,0	2,1

Sillan rakentamiskustannukset on arvioitu tämän hetkisestä kovasta kilpailutilanteesta johtuen noin 15 prosenttia alemmiksi kuin mitä ne normaalitilanteessa olisivat.

Sillan leventämisen on arvioitu maksavan vaihtoehdossa 2 noin 11 milj.mk ja vaihtoehdossa 3 noin 19 milj.mk. Kaikissa vaihtoehdoissa Lapinlahden sillan jälkeinen bussikaista alkaa välittömästi sillan jälkeen.

Vaihtuvasuuntainen kaista VE 4 johtaa suurimpiin liikenteen ohjauksen kustannuksiin.

5.5

Taloudellisuusvertailu

Edellä esitettyjen vaihtoehtojen edullisuuden vertailuun ja kannattavuuden arviointiin voidaan käyttää ensimmäisen vuoden tuottoastetta. Se saadaan jakamalla ensimmäisen käyttövuoden hyödyt kokonaisinvestoinnilla.

$$c = (b_1 - c_1)/K \quad (2)$$

missä: K = perusinvestointi

b_1 = 1. vuoden hyödyt 0-vaihtoehtoon verraten

c_1 = 1. vuoden käyttökustannukset (Kpk-lisäys/säästö)

Vaihtoehtojen ensimmäisen vuoden tuottoasteet ovat:

Vaihtoehto	Hyödyt - käyttökust. (Mmk)	Rakent. kust. (Mmk)	1. vuoden tuottoaste (%)
VE 1	-0,1	1,2	-6,4
VE 2	+1,5	13,4	+10,9
VE 3	+1,6	20,4	+8,0
VE 4	+0,6	6,1	+9,2
VE 5	-1,5	2,1	-70,0

Ensimmäisen vuoden tuottoasteen perusteella vain vaihtoehdot 2, 3 ja 4 ovat kannattavia, koska niiden 1. vuoden tuottoaste on yli 6 prosenttia. Vaihtoehdon 2, jossa on viisi kaistaa ilman keskikoroketta, ensimmäisen vuoden tuottoaste 10,9 % on suurin.

Edellä olevassa tarkastelussa ei ole mukana onnettomuuskustannuksia. Kohdassa 5.3 on arvioitu, että vaihtoehto 3 on turvallisuuden kannalta parempi kuin muut vaihtoehdot. Jotta vaihtoehto 3 olisi taloudellisempi kuin vaihtoehto 2, tulee vaihtoehdon 3 onnettomuuskustannusten olla vähintään 620 000 mk vuodessa pienemmät kuin vaihtoehdossa 2. Kyseinen summa vastaa noin 15 omaisuusvahinko-onnettomuutta (42 000 mk/kpl) tai 4-5 vammautunutta (140 000 mk).

6. EHDOTUS JATKOTOIMENPITEIKSI JA VAIHEITTAIN RAKENNETTAVUUS

Taloudellisuusvertailun perusteella vaihtoehto 2 (viisi kaistaa ilman keskikoroketta) on ensimmäisen vuoden tuottoasteen (10,9 %) perusteella edullisin vaihtoehto, jos onnettomuuskustannukset ovat korkeintaan 600 000 mk/v suuremmat kuin vaihtoehdossa 3 tai korkeintaan 90 000 mk/v suuremmat kuin vaihtoehdossa 4 (vaihtuvasuuntainen kaista).

Vaihtoehdon 3 voidaan katsoa soveltuvan parhaiten Länsiväylän muuhun parantamiseen. Lisäksi vaihtoehto 3 on liikenneturvallisuuden kannalta paras vaihtoehto.

Vaihtoehdoissa 2 ja 3 keskustan suuntaan kulkevien linja-autojen aikasäästöt ovat suurimmat. Säästö on yli kaksi minuuttia ajoneuvoa kohden, mikä merkitsee noin 1,6 milj. markan säästöä vuodessa.

Vaihtoehtoa 2 voidaan tarkastelujen perusteella pitää toteuttamiskelpoisimpana vaihtoehtona. Koska vaihtoehdossa 2 levennetään vain sillan toista reunaa, voidaan toinen reuna leventää myöhemmin, jos keskikaista todetaan tarpeelliseksi.

Vaihtoehdosta 2 tulisi laatia jatkossa yksityiskohtaiset suunnitelmat sillan leventämisestä, työmenetelmistä ja liikennejärjestelyistä.

Vaihtoehdon 2 toteuttaminen edellyttää yksinkertaisen vaihtuvasuuntaisen järjestelmän toteuttamista rakennustyön ajaksi.

Ensimmäisenä voidaan toteuttaa Lapinlahden sillan jälkeinen bussikaistan jatke Ruoholahdessa ja ruuhkasta varoittava ohjausjärjestelmä Länsiväylälle. Tämän jälkeen puretaan sillalta nykyinen keskikoroke ja varataan sillan toinen reuna työmaata varten. Toiseen reunaan tulee kolme ajokaistaa, joista keskimäinen on vaihtuvasuuntainen ja käytössä ruuhkasuuntaan. Ajokaistat erotetaan toisistaan esimerkiksi lippusiimoilla, jotta kaistanvaihto ei ole mahdollista sillalla. Sillan molempiin päihin rakennetaan vaihtuvasuuntaista kaistaa varten muuttuvat opasteet, joilla osoitetaan kumpaan suuntaan kaistaa saa ajaa.

Ilkka Sinisalo

1.4.1993

LAPINLAHDEN SILLAN LEVENTÄMINEN

Lapinlahden silta on teräksinen jatkuva kotelopalkkisilta, jonka jännemitat ovat $103,5 + 125,0 + 125,0 + 125,0 + 103,5$ m. Jännemittojen summa on $582,0$ m. Sillan kokonaispituus on noin 600 m ja hyödyllinen leveys $8,0 + 1,0 + 8,0$ m = $17,0$ m.

Silta on suunniteltu käyttäen mitoituskuormana AI:tä ja tarkastuskuormana telikuorma I:tä.

Aikaisemmissa selvityksissä on todettu, että sillan leventäminen lisää pääkannattimien rasituksia noin 10 %. Tästä syystä sillan pääkannattimia joudutaan vahventamaan. Reunaulokkeen jatke lisää terästä sillan ylälaippaan ja siksi vain sillan alalaippaa täytyy vahventaa. Tämä käy päinsä esimerkiksi lisäämällä sillan alapintaan teräslevy ruuviliitoksia. Vaihtoehtoisesti sillan pääkannattimet voidaan vahventaa jännittämällä, millä voidaan vaikuttaa rakenteen kestävyteen tehokkaimmin. Edullisin vaihtoehtoinen vahventamismenetelmä voidaan kuitenkin todeta vasta tarkemman suunnittelun jälkeen. Toteuttamiseen liittyvillä seikoilla liikennejärjestelyt mukaan lukien on merkittävä vaikutus vahventamismenetelmän valintaan.

Aikaisemmin on esitetty sillan reunaulokkeelle kahta erilaista muutosvaihtoehtoa, joissa nykyisen reunaulokkeen muotoa muutetaan ja vahvennetaan. Näissä molemmissa paikalla tehty työmäärä on suuri ja työstä joudutaan osa tekemään kotelopalkkien sisällä hankalissa olosuhteissa. Leventämiskustannuksiin ja rakennusaikaan vaikuttaa oleellisesti paikalla tehtävä työmäärä. Siten tuntuu oikeammalta jatkaa reunauloketta ulokkeessa jo olevan ruuviliitoksen kohdalta ja tukea reunauloke vinositein pääkannattimien alareunasta. Tällöin reunauloke siirretään sellaisenaan ilman suuria muutostöitä ja mahdollisimman suuri osa työmäärästä voidaan tehdä konepajalla tai siltapaikan läheisyydessä esimerkiksi ponttoneilla. Kuitenkin vasta tarkempi analyysi voi osoittaa edullisimman leventämismenetelmän. Työmenetelmät ja liikennejärjestelyt on selvitettävä yksityiskohtaisesti.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu kahta vaihtoehtoista leventämistapaa.

Silta levennetään molemmilta reunoiltaan (ve1, hl = $19,4$ m) tai silta levennetään vain toiselta reunaltaan (ve2, hl = $18,5$ m).

Sillan leventäminen voidaan tehdä seuraavalla tavalla:

- Sillan reunaulokkeen liitoskohdista tehdään tarkemmittaus, jolla varmistetaan jatkopalan yhteensopivuus
- Sillan keskikoroke poistetaan
- Liikenne siirretään käyttämään kolmea kaistaa

Ilkka Sinisalo

1.4.1993

- Reunaulokkeen päältä poistetaan pintarakenteet
- Reunauloke tuetaan ponttonien varaan
- Teräskansilevy leikataan irti asennusliitospohdastaan.
- Ruuviliitos aukaistaan
- Reunauloke irrotetaan ponttonien varassa
- Irrotettuun liitokseen kiinnitetään jatkopala hitsaamalla
- Irrotettu reunaulokeosa asennetaan kiinni jatko-osaan ja tuetaan tukisauvojen pääpalkin uumalevyn alareunasta
- tehdään pintarakenteet
- avataan silta liikenteelle.

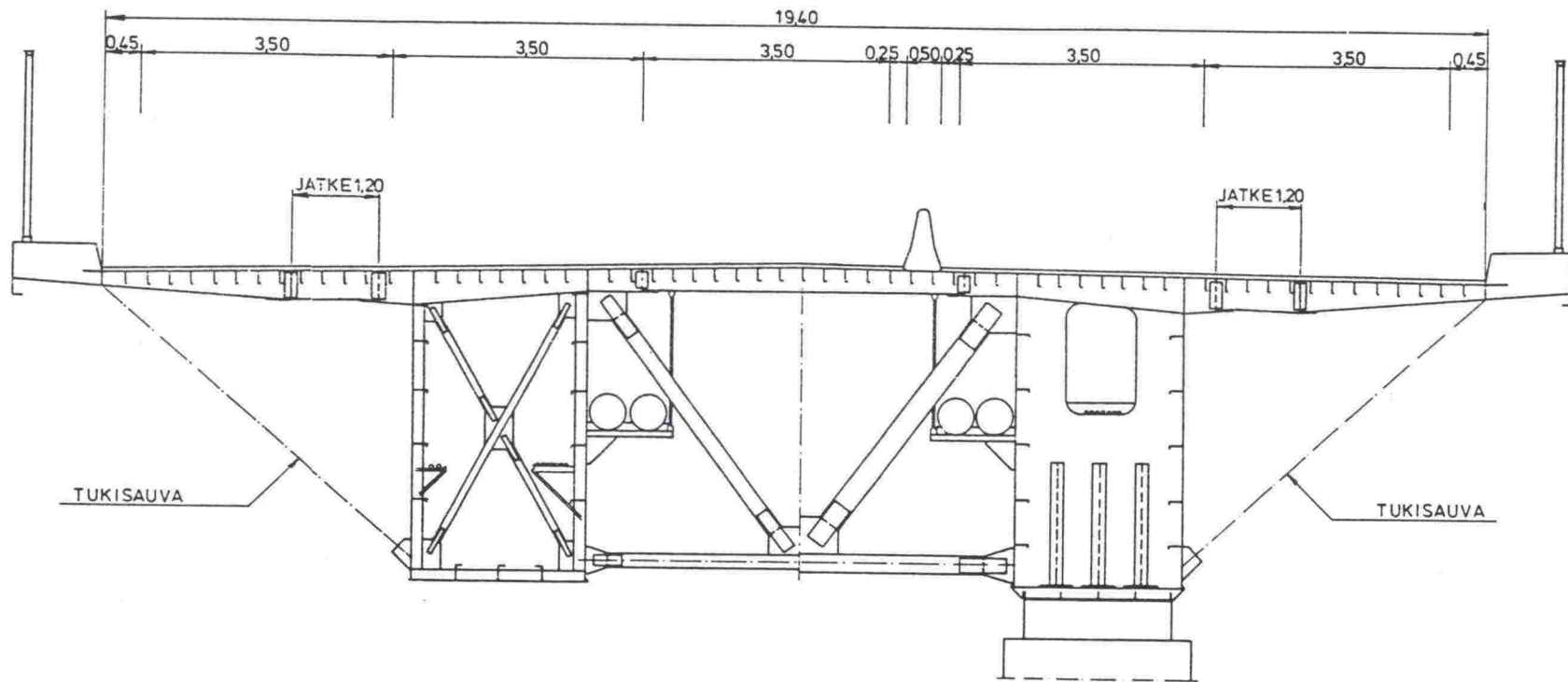
Kannen toispuoleinen leventäminen on likimain puolet halvempi kuin molemmanpuolin leventäminen, koska materiaalikustannuksilla on vähäinen merkitys. Lisäksi toispuoleinen leventäminen vaatii puolet vähemmän rakennusaikaa. Toisaalta on otettava huomioon, että toispuoleinen leventäminen johtaa väistämättä toisen pääkannattimen vahventamiseen. Symmetriselle leventämisellä voi löytyä raja, jossa pääkannattimia ei vielä tarvitse vahventaa.

Arvioitu rakentamisaika on noin 9 kk. Koko tämän ajan työmaa häiritsee liikennettä.

Sopivasti muotoiltuina reunaulokkeen alle tulevat tukidiagonaalit keventävät sillan ulkonäköä.

Sillan leventämisen kustannukset ovat vaihtoehdossa 1 noin 19,3 Mmk ja vaihtoehdossa 2 noin 11,3 Mmk.

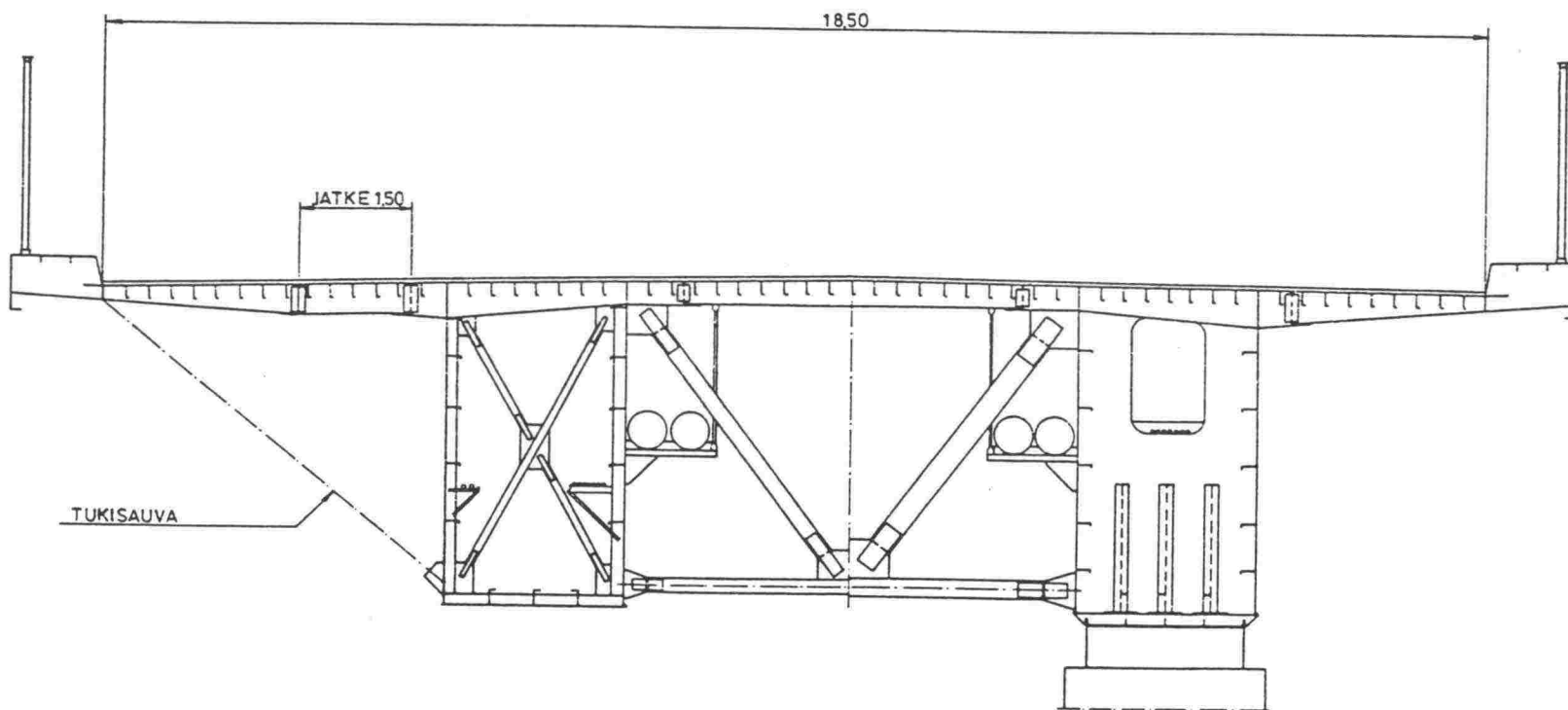
AUKOSSA POIKKILEIKKAUS 1:100 TUELLA



LAPINLÄHDEN SILTA
LEVENNYS VE. 1

Instituutio
SILTATEKNIikka
30.3.1993 *Altti Altti*

AUKOSSA POIKKILEIKKAUS 1:100 TUELLA



LAPINLAHDEN SILTA
LEVENNYS VE. 2

 Innoöritekniikka
SILTATEKNIikka

30.3.1993 *Ilkka Niemelä*

KUSTANNUSARVIO VE 1

	määrä yks.	a`	yht.
<u>Alustavat työt</u>			
Maankaivu	500 m3	120,-	60 000,-
Työnaik. tukiseinä	150 m2	620,-	93 000,-
			<u>153 000,-</u>
<u>Maatuet</u>			
Muotit	150 m2	470,-	71 000,-
Teräs A 500 HW	7 000 kg	9,30	65 000,-
Betoni K30 / P30	70 m3	930,-	65 000,-
			<u>201 000,-</u>
<u>Päällysrakenne</u>			
Vanhan päällysteen poisto	1 200 m2	100,-	120 000,-
Reunaulokkeen siirrot	1 200 000 kg	2,90	3 480 000,-
Uutta teräsrakennetta	530 000 kg	20,-	10 600 000,-
Uuden teräsrakenteen kiinnitys			1 000 000,-
Pääkannattimien vahvistus			3 000 000,-
Kannen eristys ja päällystys	2 600 m2	250,-	650 000,-
Liikuntasaumamat			100 000,-
			<u>18 950 000,-</u>
Siltatyö		mk	19 304 000,-
Pyöristys		mk	-4 000,-
Siltatyö yhteensä		mk	<u>19 300 000,-</u>

Kustannukset perustuvat TieL:n sillanrakennustöiden yksikköhintoihin ja ne sisältävät yhteiskustannuksen 25%.

Rakennustekniset työt - indeksi i = 96,3

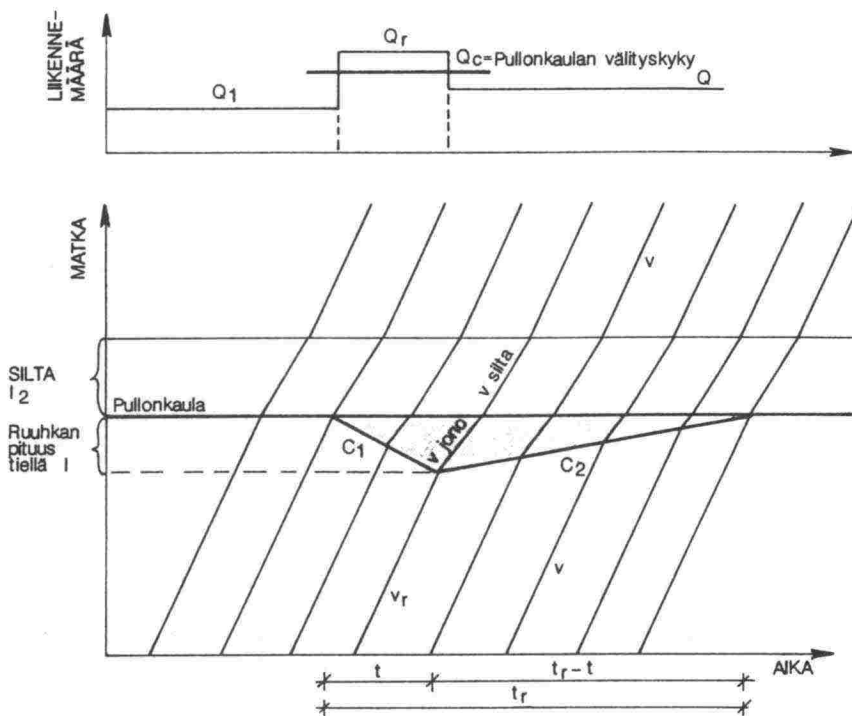
KUSTANNUSARVIO VE 2

	määrä yks.	a`	yht.	
<u>Alustavat työt</u>				
Maankaivu	350 m3	120,-	42 000,-	
Työnaik. tukiseinä	100 m2	620,-	62 000,-	104 000,-
<u>Maatuet</u>				
Muotit	100 m2	470,-	47 000,-	
Teräs A 500 HW	4 500 kg	9,30	42 000,-	
Betoni K30 / P20	50 m3	930,-	47 000,-	136 000,-
<u>Päällysrakenne</u>				
Vanhan päällysteen poisto	600 m2	100,-	60 000,-	
Reunaulokkeen siirrot	600 000 kg	3,30	1 980 000,-	
Uutta teräsrakennetta	300 000 kg	20,-	6 000 000,-	
Uuden teräsrakenteen kiinnitys			500 000,-	
Pääkannattimien vahvistus			2 000 000,-	
Kannen eristys ja päällystys	1 600 m2	250,-	400 000,-	
Liikuntasaumamat			63 000,-	11 003 000,-
Siltatyö		mk		11 243 000,-
Pyöristys		mk		-3 000,-
Siltatyö yhteensä		mk		11 240 000,-

Kustannukset perustuvat TieL:n sillanrakennustöiden yksikköhintoihin ja ne sisältävät yhteiskustannuksen 25%.

Rakennustekniset työt - indeksi i = 96,3

RUUHKATILANTEEN TARKASTELU MATKA-AIKAKOORDINAATISTOSSA



Shokkiaaltojen nopeudet ovat

$$C_1 = \frac{Q_r - Q_c}{k_r - k_1} < 0 \quad C_2 = \frac{Q_c - Q}{k_2 - k} > 0$$

Kaavassa Q:t ovat liikennemääriä ja k:t liikennetiheyksiä.

$$l = |C_1| \cdot t \quad t_r - t = l / |C_2| = \left| \frac{C_1}{C_2} \right| \cdot t$$

Koko ruuhkaan joutuva ajoneuvomäärä $V_{tot} = Q_c \cdot t_r$

Kasvavan ruuhkan ajoneuvomäärä $V_1 = t \cdot Q_1 + k_1 \cdot l \quad |C_1| \cdot t = t \cdot Q_c + k_1 \cdot l \quad |C_1| \cdot t$

Purkautuvan ruuhkan ajoneuvomäärä $V_2 = V_{tot} - V_1$

Keskimääräinen viivytys

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \left(\frac{1}{2} V_1 l \left(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_r} \right) + \frac{1}{2} V_2 l \left(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v} \right) \right) / (V_1 + V_2) + l_2 \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{v_s} \right) \\ &= \frac{1}{2} l \left(\frac{1}{v_j} - \frac{1}{v_r} \right) + l_2 \left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v} \right) \end{aligned}$$

Liite 6. Eri vaihtoehtojen vertailu Maamonlahdesta Ruoholahteen muuna kuin ruuhka-aikana

- VE 0 Nykytilanne
 VE 1 Liikennevalo-ohjaus
 VE 2 Kaistat 5 x 3,5 m, ei keskikoroketta
 VE 3 Kaistat 5 x 3,5 m + keskikoroke
 VE 4 Nykyiset kaistat+vaihtuvasuuntainen kaista
 VE 5 Kaistat 5 x 3,2 m

Vaihtoehto	Suunta	KVL-liikennemäärä		Nopeusvapaissa olosuht. (km/h)	Matkustajamuuna aikana		Matka-aika (min)	Matka-aikero nykytilanteeseen (min)	Aikakustannukset			Ajoneuvokustannukset			Ajoneuvo- ja aikakustannukset			Ero nykytilanteeseen					
		Bussit (ajon)	Muut (ajon)		Bussit	Muut			Bussit (mk/v)	Muut (mk/v)	Yht (mk/v)	Bussit (p/km)	Muut (p/km)	Yht (mk/v)	Bussit (mk/v)	Muut (mk/v)	Yht (mk/v)	Bussit (mk/v)	Muut (mk/v)	Yht (mk/v)	Bussit (mk/v)	Muut (mk/v)	Yht (mk/v)
VE 0	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96		1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000				
VE 0	Keskustasta	750	23000	70	15400	26400	1.54		2891000	4956000	7847000	280	74	1380000	11182000	12562000	4271000	16138000	20409000				
	Yht.								4659000	9973000	14632000			2868000	21563000	24431000	7527000	31536000	39063000				
VE 1	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96	0,00	1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000	0	0	0	
VE 2	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96	0,00	1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000	0	0	0	
VE 2	Keskustasta	750	23000	70	15400	26400	1.54	0,00	2891000	4956000	7847000	280	74	1380000	11182000	12562000	4271000	16138000	20409000	0	0	0	
	Yht.								4659000	9973000	14632000			2868000	21563000	24431000	7527000	31536000	39063000	0	0	0	
VE 3	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96	0,00	1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000	0	0	0	
VE 3	Keskustasta	Vaihtoehto vastaa nykytilannetta							0,00														
VE 4	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96	0,00	1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000	0	0	0	
VE 4	Keskustasta	750	23000	70	15400	26400	1.54	0,00	2891000	4956000	7847000	280	74	1380000	11182000	12562000	4271000	16138000	20409000	0	0	0	
	Yht.								4659000	9973000	14632000			2868000	21563000	24431000	7527000	31536000	39063000				
VE 5	Keskustaan	750	20000	55	7400	21000	1.96	0,00	1768000	5017000	6785000	302	79	1488000	10381000	11869000	3256000	15398000	18654000	0	0	0	
VE 5	Keskustasta	750	23000	60	15400	26400	1.80	0,26	3373000	5782000	9155000	292	78	1439000	11787000	13226000	4812000	17569000	22381000	541000	1431000	1972000	
	Yht.								5141000	10799000	15940000			2927000	22168000	25095000	8068000	32967000	41035000	541000	1431000	1972000	