

RATAHALLINTOKESKUS

RHK • Liikennejärjestelmäyksikkö

Ratahallintokeskuksen
julkaisuja

A
9/2001

VAKIOAIKATAULU JUNALIIKENTEEEN

JA RAUTATIEINFRASTRUKTUURIN

KEHITTÄMISEKSI

o **Miika Mäkitalo**

Ratahallintokeskuksen
julkaisu A 9/2001

VAKIOAIKATAULU JUNALIIKENTEN JA RAUTATIE-
INFRASTRUKTUURIN KEHITTÄMISEKSI

o Miika Mäkitalo

RHK
RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111
FAX. (09) 5840 5140
SÄHKÖPOSTI: info@rhk.fi

ISBN 952-445-056-9
ISSN 1455-2604

Mäkitalo, Miika: Vakioaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämisessä.
Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäyksikkö. Helsinki 2001. Ratahallintokeskuksen julkaisu A
9/2001. 117 sivua + 3 liitettä. ISBN 952-445-056-9, ISSN 1455-2604

TIIVISTELMÄ

Rautatieliikennettä ja rataverkkoa tarkastellaan usein kvantitatiivisilla mittareilla, jolloin laadulliset ominaisuudet jäävät varjoon. Useiden tutkimusten tulokset osoittavat, että matkustajat haluavat lyhyet odotus- ja vaihtoajat. Järjestetty vaihto koetaan huomattavasti mielekkäämpänä kuin järjestämätön vaihto. Lisäksi matkustajat arvostavat täsmällisyyttä enemmän kuin nopeutta.

Vakioaikataulu on kvalitatiivinen lähestymistapa junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin suunnitteluun ja kehittämiseen. Vakioaikataulu on henkilöliikenteen aikataulujärjestelmä, jossa junaliikenne on säännöllistä ja symmetristä. Aikataulujärjestelmässä junat saapuvat solmuasemalle hieman ennen tasa- tai puolituntia ja lähtevät tasa- tai puolitunnin jälkeen, jolloin vaihtaminen junien välillä käy helposti. Vakioaikataulussa solmuasemat ja järjestetyt vaihdot muodostavat yhteyksistä matriisijärjestelmän, jossa matkaketjun luominen on helpompaa.

Vakioaikataulun soveltamista Suomeen rajoittavat junamatkojen pieni kysyntä ja pitkät kohtauspaikkavälit. Vakioaikataulua voidaan kuitenkin soveltaa Etelä-Suomeen, koska siellä junien nykyiset ajoajat sopivat lähes sellaisinaan vakioaikatauluun ja säännöllisen liikenteen edellytykset ovat olemassa. Pääkaupunkiseudun lähiliikenne ja tavaraliikenne on mahdollista sovittaa henkilökaukoliikenteen vakioaikatauluun.

Vakioaikataulu mahdollistaa perinteisen suunnittelutavan lisäksi käännteisen suunnittelun, jossa ensin määritellään millaista junatarjontaa halutaan ja sen jälkeen pohditaan, miten suunniteltu liikenne voitaisiin toteuttaa. Vakioaikataulussa järjestettyjen vaihtojen solmupisteiden välille tavoitellaan järjestelmän mukaista ajoaikaa. Vertailemalla nykyisiä ja tavoitteena olevia ajoaikoja löydetään rataverkolta kehittämiskohteita, joihin voidaan kohdistaa tarvittavia kehittämisinvestointeja. Kehittämiskohteen ajoaikaa voidaan pienentää infrastruktuuri- ja kalustoinvestoinneilla. Vakioaikataulun mukainen kehittämissuunnittelu edellyttää rataverkon ja liikenteen suunnittelijoiden yhteistyötä.

Mäkitalo, Miika: Regular Interval Timetable as a Qualitative Approach in the Coordination of Railroad Traffic and Infrastructure. Finnish Rail Administration, Traffic System Department. Helsinki 2001. Publications of Finnish Rail Administration A 9/2001. 117 pages + 3 appendices. ISBN 952-445-056-9, ISSN 1455-2604.

ABSTRACT

Railroad traffic and network are usually examined using quantitative indicators and qualitative factors are thus left aside. Several research results have demonstrated that passengers want to have well linked connections, short waiting and changing times. In the Finnish InterCity network, passengers also prefer punctuality to speed.

Regular interval timetable (RIT) is a qualitative approach in the planning and designing of traffic and infrastructure. Regular interval timetable is a passenger traffic timetable system with regular services and symmetrical traffic. The symmetry allows the creation of connection hubs: trains arrive in hub stations a few minutes before an hour or a half-hour and they depart a few minutes past the hour or the half-hour making it easy to change from train to train. Connection hubs can be created if the travel time between them is multiple of 30 minutes.

The main constraints in applying the regular interval timetable are long distances between sidings and the lack of demand. The timetable can be adjusted to Southern Finland because of the present practical travel times and adequate demand. Local railroad traffic of the Helsinki metropolitan area and cargo transport traffic can be adapted to the regular interval timetable.

Regular interval timetable enables a new reversed way for planning in addition to the traditional way. In the new planning process, concept and supply are defined first and after that, it is considered how the designed concept can be implemented. The needed travel time is sought between hubs of fixed changes. By comparing present and needed travel times, track sections that need improvement can be identified. This makes it possible to direct limited resources to the most important targets. Travel time can be decreased by investments on infrastructure or rolling stock. Improvement planning in accordance with the regular interval timetable is the basis for cooperation between network and traffic planners.

ESIPUHE

Tutkimuksen on laatinut tekniikan ylioppilas Miika Mäkitalo. Tutkimus on myös tekijän diplomityö Tampereen teknillisen korkeakoulun Liikenne- ja kuljetustekniikan laitokselle.

Työlle muodostettiin ohjausryhmä, johon kuuluivat Ratahallintokeskuksesta apulaisjohtaja Martti Kerosuo, suunnittelija Tuomo Suvanto (työn ohjaaja), ylitarkastaja Jukka Salonen ja ylitarkastaja Heidi Hirvonen, Oy VR-Rata Ab:sta liikennesuunnittelija Sami Hovi ja VR Osakeyhtiöstä kehitysinsinööri Ilkka Keränen. Lisäksi taustatukea työlle ovat antaneet sveitsiläinen asiantuntija Gabriele Pellandini sekä useat henkilöt Ratahallintokeskuksesta.

Tutkimuksessa esitetyt mielipiteet ja päätelmät ovat kirjoittajan omia, eikä Ratahallintokeskus sitoudu niihin.

Helsingissä, lokakuussa 2001

Ratahallintokeskus

Liikennejärjestelmäyksikkö

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
ESIPUHE.....	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
KUVALUETTELO	9
TAULUKKOLUETTELO.....	10
MÄÄRITELMÄT, MERKINNÄT JA LYHENTEET	11
1 JOHDANTO	15
1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	15
1.2 Rajapinnat, rajaukset ja työn rakenne	15
2 RATAKAPASITEETTI JA SEN LISÄÄMINEN	17
2.1 Infrastruktuuri	18
2.1.1 Raiteet	19
2.1.2 Radan rakenne.....	21
2.1.3 Sähköistys	21
2.1.4 Turvalaitteet	22
2.1.5 Tasoristeykset	23
2.2 Liikkuva kalusto.....	23
2.3 Infrastruktuurin ja liikkuvan kaluston yhteensovittaminen	25
3 AIKATAULU	26
3.1 Aikataulusuunnittelu.....	26
3.2 Graafinen aikataulu.....	27
3.2.1 Esimerkki 1	28
3.2.2 Esimerkki 2	28
3.3 Aikataulun kvantitatiivinen laatu.....	29
3.4 Nopeuserot	30
4 VAKIOAIKATAULU	33
4.1 Säännöllisyys	34
4.2 Symmetria ja peilivaikutus	35
4.2.1 Symmetria kellossa.....	35
4.2.2 Symmetria asemalla ja solmupisteessä	36
4.2.3 Symmetria kahden solmupisteen välillä	38
4.2.4 Symmetria graafisessa aikataulussa.....	39
4.3 Solmupisteet.....	40
4.4 Matriisijärjestelmä	42
4.5 Solmupisteiden väliset matka-ajat ja vakioaikataulu	43

4.6	Vakioaikataulu ja ratatyöt.....	44
4.7	Vakioaikataulu ja joukkoliikenne	44
	4.7.1 Integroitu liikenne.....	44
	4.7.2 Joukkoliikenteen laatu	45
4.8	Vakioaikataulun soveltamisesimerkkejä Euroopasta.....	47
	4.8.1 Sveitsi	47
	4.8.2 Saksa.....	49
5	VAKIOAIKATAULUN SOVELTAMINEN SUOMEEN.....	51
5.1	Soveltamisen rajoitteet.....	51
5.2	Nykyverkon välimatkat.....	52
5.3	Nykyjärjestelmästä kohti vakioaikataulua	53
	5.3.1 Nykyisten ajoaikojen sopivuus vakioaikatauluun.....	53
	5.3.2 Rataverkon solmupisteet.....	54
5.4	VALI-suunnitelman mukainen aikataulujärjestelmä	57
	5.4.1 Helsinki–Tampere.....	58
	5.4.2 Turku–Helsinki	60
	5.4.3 Turku–Tampere	61
	5.4.4 Vaihtomahdollisuudet solmupisteissä	61
5.5	VALI-suunnitelman seuraava askel.....	64
5.6	Muun liikenteen sovittaminen vakioaikatauluun	65
	5.6.1 Pääkaupunkiseudun lähiliikenne.....	65
	5.6.2 Tavaraliikenne	66
	5.6.3 Vapaana olevan ratakapasiteetin myynti	66
	5.6.4 Muu joukkoliikenne.....	67
6	VAKIOAIKATAULU LIIKENTEN JA INFRASTRUKTUURIN YHTEENSOVITTAMISESSA.....	69
6.1	Perinteinen perspektiivi	69
6.2	Vakioaikataulun mahdollistama perspektiivi.....	70
6.3	Kehittämiskohteiden etsiminen.....	71
6.4	Kohteen kehittäminen	73
6.5	Esimerkkejä kehittämiskohteista Suomessa	74
	6.5.1 Tampere–Pieksämäki.....	74
	6.5.2 Turku–Helsinki	78
7	VAKIOAIKATAULU KILPAILUTILANTEESSA	80
7.1	Rautatieliikenne ja kilpailu	80
	7.1.1 Oletuksia ja rajoituksia.....	80
	7.1.2 Kilpailun taustaa	80
	7.1.3 Kilpailu rautatieliikenteessä.....	81
7.2	Ratakapasiteetin jakaminen	82
	7.2.1 Verkkoselostus.....	82
	7.2.2 Jakamisprosessi ja määrääjat	85
7.3	Ratakapasiteetin jakaminen ja vakioaikataulu	86
	7.3.1 Vakioaikataulun ongelma kilpailutilanteessa	86
	7.3.2 Ratakapasiteetin jakamisen kriteerejä.....	87
	7.3.3 Ratkaisuehdotuksia.....	87

8	VAKIOAIKATAULUN ARVIOINTIA JA VAIKUTUKSIA.....	89
8.1	Vakioaikataulun vaikutus kysyntään	89
8.1.1	Palvelutasoinen perspektiivi	90
8.1.2	Kilpailuteoreettinen perspektiivi	91
8.1.3	Markkinointiteoreettinen perspektiivi	92
8.1.4	Kansantaloudellinen perspektiivi.....	93
8.1.5	Esimerkit Euroopasta	94
8.2	Vakioaikataulun SWOT-analyysi	94
8.2.1	Vahvuudet.....	95
8.2.2	Heikkoudet.....	96
8.2.3	Mahdollisuudet	97
8.2.4	Uhat.....	98
8.3	Vakioaikataulu ja ratatyöt.....	98
8.3.1	Ratatyöt kaksiraiteisella radalla.....	99
8.3.2	Case: Gotthard-tunnelin korjaustyöt.....	99
8.4	Vakioaikataulu ja kannattavuuslaskelmat.....	100
8.5	Analogia lentoliikenteen hub and spoke –järjestelmään.....	101
9	PÄÄTELMIÄ.....	103
9.1	Vakioaikataulun käyttöönotto.....	103
9.2	Rautatieliikennejärjestelmän kehittäminen.....	103
9.3	Vakioaikataulu kilpailutilanteessa	103
9.4	Kohti integroitua liikennejärjestelmää.....	104
9.5	Jatkotutkimusaiheita	104
10	YHTEENVETO	105
	LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO.....	108
	Kirjat	108
	Kokoomateosten osat	109
	Sarjajulkaisut ja raportit	109
	Lehtiartikkelit.....	112
	Opinnäytteet.....	113
	Direktiivit ja viranomaismääräykset	114
	Julkaisemattomat lähteet	115
	Internet	115
	Seminaarit ja esitelmät	116
	Asiantuntijahaastattelut	116
	Kuvat ja taulukot.....	117
	LIITTEET	I
	Liite 1: Suomen rataverkko.....	I
	Liite 2: Henkilöliikenteen matkat vuonna 2000.....	II
	Liite 3: Orivesi–Jämsänkoski nopeuskaavio.....	III

KUVALUETTELO

Kuva 1. Tutkimuksen aihealueet ja niiden vuorovaikutukset.....	15
Kuva 2. Ratakapasiteetti	17
Kuva 3. Suoritemäärän kasvattaminen liikkuvan kaluston ominaisuuksilla.	23
Kuva 4. Esimerkki 1 graafisesta aikataulusta.....	28
Kuva 5. Esimerkki 2 graafisesta aikataulusta.....	29
Kuva 6. Aikataulun kvantitatiivisen laadun tekijöitä.	29
Kuva 7. Tasainen liikenne.	31
Kuva 8. Hidas juna tasaisessa liikenteessä.	31
Kuva 9. Nopea juna tasaisessa liikenteessä.	32
Kuva 10. Infrastruktuurin, liikenteen ja asiakkaan yhteydet.	33
Kuva 11. Säännöllisyys aikataulussa.....	35
Kuva 12. Symmetria kellossa.	36
Kuva 13. Säännöllisyys ja symmetria asemalla.....	36
Kuva 14. Liikenteen solmupiste.	37
Kuva 15. Junien saapumiset ja lähdöt solmupisteessä.	37
Kuva 16. Kaksi solmupistettä.....	38
Kuva 17. Symmetria graafisessa aikataulussa.....	39
Kuva 18. Liikenne solmupisteessä.	41
Kuva 19. Perinteinen järjestelmä ja matriisijärjestelmä.	42
Kuva 20. Vakioaikataulun kehittämismotiivi Sveitsissä.	48
Kuva 21. Nykyverkon välimatkat.....	52
Kuva 22. Etelä-Suomen rataverkon solmupisteet.....	55
Kuva 23. VALI-suunnitelma 160 km/h:n nopeusrajoituksella.....	57
Kuva 24. Perinteinen infrastruktuurin ja tarjonnan suhde.....	69
Kuva 25. Perinteinen rataverkon kehittäminen.	70
Kuva 26. Vakioaikataulun mahdollistama infrastruktuurin ja tarjonnan suhde.	70
Kuva 27. Järjestelmätasoinen kehittäminen.	71
Kuva 28. Nykyiset matka-ajat Tampere–Pieksämäki-rataosuudella.	74
Kuva 29. Vakioaikataulun matka-ajat Turku–Helsinki-rataosuudella.	78
Kuva 30. Kilpailutilanteessa mahdolliset vakioaikataulu- ja tavarajunahakemukset.....	86
Kuva 31. Kysyntä- ja tarjontakäyrä.....	89
Kuva 32. Vakioaikataulu, yleistetty matkakustannus ja matkojen määrä.	90
Kuva 33. Toimialan kilpailuun vaikuttavat tekijät.	92
Kuva 34. Laadun vaikutus kuluttajain ylijäämään.	94
Kuva 35. Kaksiraiteisen radan ratatöiden järjestäminen.	99
Kuva 36. Lentoliikenteen point to point ja hub and spoke –järjestelmät.	102

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Erialaisten junien nopeuksia.	27
Taulukko 2. Vaihtomahdollisuus ilman järjestettyjä vaihtoja.	43
Taulukko 3. Vaihtomahdollisuus järjestettyjen vaihtojen järjestelmässä.	43
Taulukko 4. Matka-ajan rasittavuuskertoimet.	45
Taulukko 5. Helsinki–Tampere-rataosan aikataulu.	58
Taulukko 6. Helsinki–Turku-rataosan aikataulu.	60
Taulukko 7. Turku–Helsinki-rataosan aikataulu.	60
Taulukko 8. Turku–Tampere–pohjoinen, nykyinen aikataulu.	63
Taulukko 9. Turku–Tampere–pohjoinen, VALI-aikataulusuunnitelma.	64
Taulukko 10. Infrastruktuuri- ja kalustoinvestointien eroja.	73
Taulukko 11. Tampere–Jyväskylä-rataosuuden kehittämismahdollisuuksia.	75
Taulukko 12. Turku–Helsinki, vakioaikataulu.	78
Taulukko 13. Vakioaikataulun SWOT-analyysi.	95

MÄÄRITELMÄT, MERKINNÄT JA LYHENTEET

Aikatauluviiva	ilmoittaa tietylle junalle varatun kulkusuunnitelman rataverkolla. Aikatauluviiva esitetään graafisessa aikataulussa.
Ajoaika	tarkoittaa junan aikataulun mukaista rataosan kulkemiseen kuluvaa aikaa.
Asetinlaite	on turvalaite, jolta keskitetysti voidaan hoitaa ja valvoa ratapihan tai sen osan liikennettä. Se voi olla myös kauko-ohjattu. (RHK Jt)
Etäisyys	tarkoittaa kahden solmupisteen välimatkaa, jonka mittasuurena on aika.
Infrastruktuurikapasiteetti	tarkoittaa mahdollisuutta varaushakemuksen aikatauluviivan toteuttamiseen. (2001/14/EY 2 artikla) Infrastruktuurikapasiteetti sisältää ratakapasiteetin lisäksi kaiken muun mahdollisesti tarvittavan infrastruktuurin käyttöoikeuden, esim. ratapihan käytön.
Integroitu liikenne	tarkoittaa liikennejärjestelmää, jossa vaihtomahdollisuus useamman liikennemuodon välillä on järjestetty eli aikataulujen rajapinnat ovat synkronoituja.
Integroitu vakioaikataulu	tarkoittaa, että rautatieliikenteen vakioaikataulu ja muiden liikennemuotojen aikataulut synkronoidaan keskenään.
Jatkuvakisko	on raide, jossa kiskopituus on yli 300 metriä. Lämpötilan muutosten aiheuttamat kiskon pituuden muutokset on estetty kiskon päitä lukuun ottamatta. (RHK RAMO 19)
Joukkoliikenne	tarkoittaa henkilöiden kuljettamista suurehkoille henkilömäärille tarkoitetuilla liikennevälineillä. (Ojala & Pursula 1994 s.12)
Julkinen liikenne	tarkoittaa taksi- ja joukkoliikennettä. (Ojala & Pursula 1994 s.12)
Junakohtauksena	pidetään sellaista junien kohtaamista, jossa junat saapuvat kohtauspaikalle eri suunnilta, ja ainakin toinen juna kohtauspaikalta lähdettyään käyttää junasuoritusvälillä samaa raidetta, jolta toinen juna on saapunut. Junakohtauksena ei kuitenkaan pidetä junien kohtaamista sellaisella liikennepaikalla, jolla yksiraiteinen rata

- muuttuu kaksiraiteiseksi, eikä myöskään linjapaikalle sulkeutuneen junan kohtaamista. (RHK Jt)
- Junasuorittaja** on junaliikenteen turvaamisesta vastaava henkilö. Junasuorituspaikalla voi tarpeen ja turvalaitteiden rakenteen mukaan olla useampia kulkuteiden turvaamiseen osallistuvia henkilöitä, jolloin liikennepaikkakohtaisissa lisämääräyksissä selvitetään muut luvanantajat ja heidän yhteystietonsa. (RHK Jt)
- Junasuorituspaikka** on sellainen liikennepaikka tai muu kohta radasta, joka on määrätty junasuorituspaikaksi. Junasuorituspaikan ja junasuoritusvälin rajana on liikennepaikkaa suojaava pääopastin, kaksiraiteisella radalla molempien raiteiden osalta. Ellei pääopastinta ole, on raja ratapihan tulo- vaihteen kielien kärkien kohdalla. (RHK Jt)
- Järjestetty vaihto** on suunniteltu lyhyen vaihtoajan vaihtomahdollisuus liikennemuotojen sisällä tai välillä. Eri liikennemuotojen aikataulujen yhteensovittamista nimitetään synkronoinniksi.
- Kauko-ohjaus** on liikenteenhoito- ja turvalaitejärjestelmä, jonka avulla yksi henkilö voi keskitetysti kääntää vaihteet ja turvata kulkutien useilla eri liikennepaikoilla. Kauko-ohjattu rata on suojastettu. Kauko-ohjaaja toimii junasuorittajana ohjaamaansa alueeseen nähden. (RHK Jt)
- Kehittämiskohde** on sellainen rataosuus, jonka nykyinen ajoaika poikkeaa vakioaikataulun mukaisesta tavoite-etäisyydestä enemmän kuin pelivaraa on mahdollista pienentää. Tällöin ajoajan lyhentäminen vaatii investointeja.
- Kiinteä liikenne** on säännöllisissä jaksoissa lähtevää tai saapuvaa liikennettä. Liikenteen säännöllisyys ei tarkoita, että liikenne olisi vakioaikataulun mukaista.
- Kohtauspaikka** on kaksi- tai useampiraiteinen ratapiha, jota käytetään yksiraiteisella rataosalla vastakkaisiin suuntiin kulkevien junien kohtaamiseen. (Ronni 1994 s. 12)
- Kohtausraide** on sivuraide, joka on varattu junakohtauksia tai junien ohituksia varten. (RHK RAMO 7)
- Kynnyshinta** tarkoittaa hyödykkeen hintaa, jonka kuluttaja on valmis korkeintaan maksamaan. (Mäkelä 2000 s.12)
- Liikennepaikka** on rataosaselostuksessa nimetty paikka junaliikenteen turvaamista tai asiakaspalvelua varten. (RHK Jt)

Matkakeskus	on liikenteen palvelupaikka kaupungin keskustassa. Matkakeskuksessa yhdistyvät kaikkien liikennevälineiden asemapaikat yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin vaihtaminen kulkumuodosta toiseen on vaivatonta. (LVM 2001b)
Puolituntisolmu	on solmupiste, jossa on järjestetty junanvaihtomahdollisuus puoli tuntia yli tasatuntien.
Radanpito	sisältää ratojen ja niihin kuuluvien laitteiden, rakennusten ja alueiden ylläpidon ja rakentamisen. Radanpito jaetaan perusradanpitoon, rataverkon kehittämiseen ja liikenteenohjaukseen.
Raide	koostuu ratapölkkyistä, rataakiskoista, rataakiskojen kiinnitys- ja jatko-osista sekä vaihteista ym. raiteen erikoisrakenteista. (RHK RAMO 1)
Rajahyöty	tarkoittaa tarpeentyydytystä, joka saadaan aikaan, kun kulutusta lisätään yhdellä yksiköllä. (Pekkarinen & Sutela 1988 s.33)
Rajakustannus	tarkoittaa kokonaiskustannusten lisäystä, kun tuotosta lisätään yhdellä yksiköllä. (Pekkarinen & Sutela 1988 s.219)
Risteysasema	tarkoittaa asemaa, josta on henkilöliikenteen rautatieyhteys ainakin kolmeen suuntaan.
Sm3	on sähkömoottorivaunu tyyppiä 3 eli Pendolino.
Sm4	on sähkömoottorivaunu tyyppiä 4 eli uusi lähiliikennejuna.
Solmupiste	tarkoittaa henkilöliikenteen asemaa, josta on jatkoyhteys jollakin liikennemuodolla.
Sr1	on sähköveturi tyyppiä 1, jonka teho on 3100 kW.
Sr2	on sähköveturi tyyppiä 2, jonka teho on 6000 kW.
Suojastettu rata	on rata, jolla liikenne on turvattu opastimin, joiden opasteet ovat riippuvia siitä, onko niiden suojaama osuus vapaa vai ei. Suojastettu rata voi olla myös kauko-ohjattu. (RHK Jt)
Tasatuntisolmu	on solmupiste, jossa on järjestetty junanvaihtomahdollisuus tasatunteina.

UIC	Union Internationale des Chemins de fer, Kansainvälinen rautatieliitto.
Vaihde	on raiteiden liityntäkohta, jossa liikenne voidaan ohjata raiteelta toiselle. (RHK Jtt)
Venytetty solmupiste	on asema, jossa vastakkaisuuntainen liikenne kohtaa symmetriaminuutilla aseman ulkopuolella kaksoisraiteella tai kohtauspaikassa. Symmetriaminuutti on tasa- tai puolitunnilla, mikä tarkoittaa, että junat saapuvat asemalle vähän ko. tasa- tai puolitunnin yli eli esim. minuutilla 02 ja lähtevät minuutilla 58.
Vakioaikataulu	on henkilöliikenteen aikataulujärjestelmä, jossa huomion keskipiste on solmupisteiden verkossa ja niiden järjestetyissä vaihdoissa.
Verkkoselostus	on asiakirja, jossa esitellään rataverkko sekä hinnoittelujärjestelmiin ja kapasiteetin myöntämisyjärjestelmiin sovellettavat yleiset säännöt, määräajat ja perusteet. (2001/14/EY 2,3 artikla)
Yhteensovittaminen	tarkoittaa menettelyä, jonka avulla ratakapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisestä vastaava elin ja hakijat yrittävät ratkaista tilanteet, joissa on kilpailevia ratakapasiteettia koskevia varaushakemuksia. (2001/14/EY 2 artikla)
Ylikuormitettu infrastruktuuri	tarkoittaa rataosaa, johon kohdistuvaa kysyntää ei voida tiettyinä aikoina täysin tyydyttää edes kapasiteetin varaushakemusten yhteensovittamisen jälkeen. (2001/14/EY 2 artikla)

1 JOHDANTO

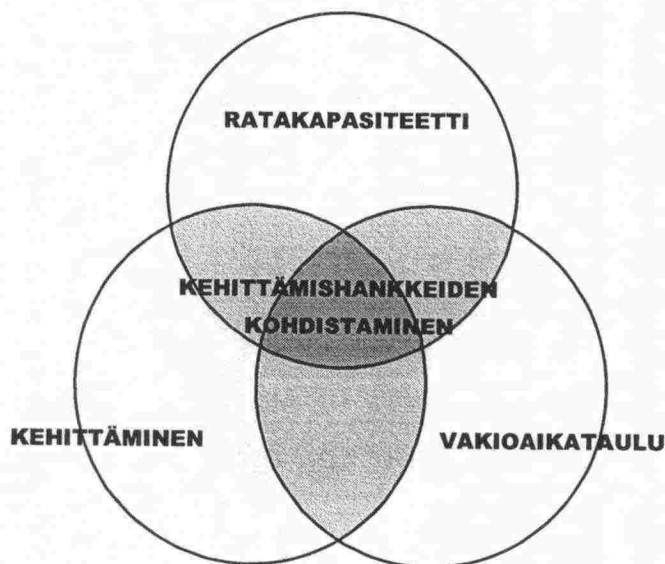
1.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Vakioaikataulu on ollut käytössä muutaman vuosikymmenen ajan useissa Euroopan maissa. VR Osakeyhtiön VR Henkilöliikenne on käynnistänyt suunnittelutyön, jonka tavoitteena on ollut kehittää tarpeita paremmin tyydyttävä ja resursseja tehokkaammin hyödyntävä aikataulu. Suunnittelutyön tuloksena on syntynyt suunnitelma vakioaikataulun soveltamisesta Etelä-Suomeen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on esitellä *vakioaikataulun soveltamista Suomeen* ja sen vaikutuksia liikenteeseen. Lisäksi tavoitteena on tarkastella vakioaikataulun mahdollistamaa *kehittämisinvestointien kohdistamista* (kuva 1). Aineistoa on kerätty kirjallisuudesta sekä asiantuntijahaastatteluilla.

1.2 Rajapinnat, rajaukset ja työn rakenne

Tutkimuksen teoriaosassa (luvut 2-4) käsitellään tutkimuksen aihealueeseen olennaisesti kuuluvia tekijöitä, joita ovat ratakapasiteetti ja rataverkon kehittäminen, perinteinen aikataulu ja sen suunnittelu sekä vakioaikataulu. Tutkimuksen aihealueet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Tutkimuksen aihealueet ja niiden vuorovaikutukset.

Teoriaosan jälkeen tarkastellaan vakioaikataulun soveltamisen mahdollisuuksia Suomessa (luku 5). Luvussa edetään soveltamisen rajoitteista nykyverkon tarkastelun kautta Etelä-Suomen vakioaikataulusuunnitelmaan. Lisäksi tarkastellaan tavaraliikenteen, pääkaupunkiseudun lähiliikenteen ja muiden joukkoliikennemuotojen yhteensovittamisen mahdollisuuksia vakioaikatauluun.

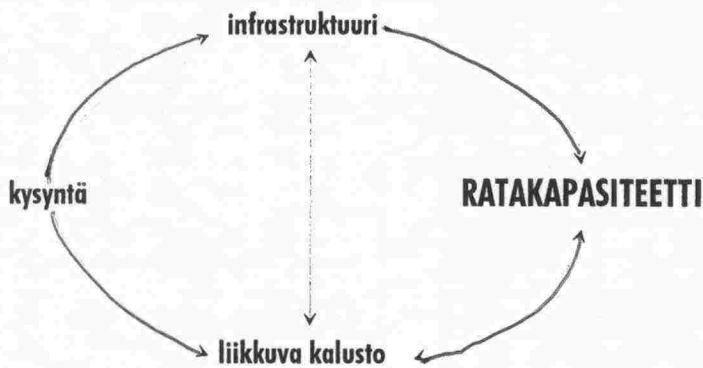
Luvussa 6 tarkastellaan rataverkon perinteistä ja vakioaikataulun mahdollistamaa kehittämistä sekä kehittämisinvestointien kohdentamista. Vakioaikataulu on henkilöliikenteen aikataulujärjestelmä, joten tässä tutkimuksessa rajoitutaan tarkastelemaan aikataulusuunnittelua ja rataverkon kehittämistä henkilöliikenteen perspektiivistä. Tavaraliikennettä käsitellään pohdittaessa miten sen sovittaminen vakioaikatauluun on mahdollista.

Luvussa 7 käsitellään rautatieliikenteen kilpailua ja vakioaikataulua kilpailutilanteessa. Euroopan unionin kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi (2001/14/EY) määrittelee periaatteet ja menettelytavat ratakapasiteetin jakamiseen, ratamaksun perimiseen ja turvallisuustodistuksen antamiseen. Rautatieliikenteen kilpailu voi vaikuttaa vakioaikataulun mukaiseen liikennöintiin, minkä vuoksi tutkimukseen on otettu mukaan rautatieliikenteen kilpailua ja kapasiteetti- ja ratamaksudirektiiviä käsittelevä kappale. Työssä ei tarkastella kilpailun avaamisen prosessia vaan oletetaan että kilpailu on avattu, jolloin voidaan keskittyä kilpailun taustoihin ja ratakapasiteetin jakamisen problematiikkaan.

Vakioaikatauluun liittyvää analyysiä on luvussa 8, jossa tarkastellaan vakioaikataulun vaikutuksia mm. kysyntään ja ratatöihin. Luvussa on myös vakioaikataulusta tehty SWOT-analyysi. Luku 9 esittää aineiston pohjalta tehtyjä päätelmiä. Työn yhteenveto on luvussa 10.

2 RATAKAPASITEETTI JA SEN LISÄÄMINEN

Ratakapasiteetti kuvaa tietyn rataosuuden liikenteenvälityskykyä, mikä tarkoittaa rataosuuden suurinta mahdollista läpäisykykyä. Liikenteenvälityskyvyn yksikkönä käytetään junien lukumäärää aikayksikköä kohden. Ratakapasiteetti muodostuu infrastruktuurista ja liikkuvasta kalustosta sekä niiden yhteensovittamisesta. Käytettävissä olevan ratakapasiteetin määrittää pienin mitoittava kohta, pullonkaulaisuus. (Ronni 2000 s.165, Ronni 1994 s.56, Kaas 1998 s.16-17)



Kuva 2. Ratakapasiteetti.

Henkilöliikenteessä matkustajien ja tavaraliikenteessä asiakkaiden kuljetusten kysyntä vaikuttaa pitkällä aikavälillä infrastruktuurin ja liikkuvan kaluston välityksellä ratakapasiteettiin. Kasvava kysyntä ja sitä kautta kasvava liikennesuorite nostaa ratakapasiteetin käyttöastetta ja lisää ratakapasiteetin kasvattamisen tarvetta.

Infrastruktuuria pidetään perusradanpidolla ja kehittämisinvestoinneilla sellaisessa kunnossa, että liikkuvan kaluston ominaisuuksia kyetään hyödyntämään tehokkaasti. Kaluston kehittyessä infrastruktuuria pyritään kehittämään siten, että se vastaisi kaluston asettamia tarpeita. Infrastruktuuriin kohdistuvilla yksittäisillä hankkeilla (esim. ajojohtimen parantaminen) ei välttämättä ole liikennettä nopeuttavaa vaikutusta, ellei muita nopeuden nostoon vaadittavia investointeja ole jo aikaisemmin tehty. Infrastruktuurin kehittämisen mahdollistama nopeuden nostaminen perustuu hankkeiden yhteisvaikutukseen. Rataosan kehittämissuunnitelmissa ei siten tarkastella yksittäisiä toimenpiteitä, vaan tarkastelu tehdään rataosakohtaisina useita hankkeita sisältävinä

kehittämistoimenpiteinä, joiden yhteisvaikutuksena nopeuden nostaminen on mahdollista. (Hirvonen 2001)

2.1 Infrastrukturi

Infrastruktuurin osalta ratakapasiteetin määrään vaikuttavat raiteet ja niiden määrä, radan rakenne ja varustelu, ratapihat, kohtauspaikat sekä turvalaitteet (Pyy 1998 s.1). Infrastruktuurin parannustoimenpiteitä ovat esimerkiksi päällysy- ja alusrakenteen uusiminen ja vahvistaminen, ratageometrian parantaminen, tasoristeysten poistaminen, liikenteen ohjaus- ja turvallisuusjärjestelmien kehittäminen, sähköistäminen, ajojohtimen parantaminen, kohtauspaikkojen ja -raiteiden rakentaminen, puolenvaihtopaikkojen lisääminen kaksiraiteisella radalla, lyhyiden vaihteiden vaihtaminen pitkiin¹, uusien raiteiden ja ratojen rakentaminen.

Rataverkon eri alueilla olevilla kehittämiskohteilla on erilainen lähtötilanne. Nopean liikenteen rataverkolla, jonne on jo tehty huomattavia investointeja, merkittävien aikasäästöjen saavuttaminen infrastruktuuria kehittämällä on lähes mahdotonta tai erittäin kallista. Rataosuuksilla, joille investointeja ei ole kohdistettu, on kehittämisinvestoinneilla mahdollista saavuttaa suuria vaikutuksia. Rataverkon kehittämisellä ei ole tavoiteltu vain ajoajan lyhentämistä vaan tavoitteena on ollut ratakapasiteetin lisääminen. Vastaavasti päällysrakenteiden uusimis- ja vahvistamisprioriteetti määräytyy pääsääntöisesti päällysrakenteiden ikääntymisjärjestyksen mukaisesti. (Hirvonen 2001)

Rataverkon keskeisillä reiteillä nopean junaliikenteen nopeustavoitteeksi on asetettu 160-200 km/h, johon pyritään sekä rata- että kalustoteknisin ratkaisuin. Junien nopeuden nostaminen edellyttää radan rakenteen parantamista ja turvallisuutta lisääviä investointeja, mm. tasoristeysten poistamista. Infrastrukturi-investoinnit kasvattavat ratakapasiteetin määrää ja ne voivat olla vaikutuksiltaan hyvin merkittäviä, mutta vastaavasti niiden toteuttaminen vie aikaa. (RHK 2001d s.43-46)

Rataosan kehittämisinvestoinnit voidaan tehdä esimerkiksi seuraavan luettelon osoittamassa järjestyksessä. Luettelossa mainittujen asioiden ohella tasoristeysten poistaminen

¹Vaihteen tyyppin mukaan lyhyessä vaihteessa sallitaan korkeintaan nopeus 35 km/h ja pitkässä vaihteessa nopeus 70, 80, 110 tai 140 km/h.

ja päällysrakenteen vahvistaminen kuuluvat parantamisinvestointeihin rataosan ominaisuuksista riippuen. Kehittämishankkeiden toteuttamiseen ja tasoristeysten poistamiseen on käytettävissä varoja vain niukasti.

1. Liikenteen suojustaminen ja kauko-ohjaaminen sekä kulunvalvonnan rakentaminen
2. Sähköistäminen
3. Kohtauspaikkojen ja –raiteiden rakentaminen
4. Lisäraide
5. Uusi rata

2.1.1 Raiteet

Suomen rataverkosta yli 90 % on yksiraiteista (liite 1). Yksiraiteisen radan kapasiteettia voidaan kasvattaa kohtauspaikoilla, suojustuksella, kauko-ohjauksella, sähköistämällä, tasoristeysten poistamisella ja rakentamalla uusi raide. Yksiraiteisella radalla kohtauspaikat kasvattavat kapasiteettia jo merkittävästi. Kohtauspaikalle voidaan rakentaa lisäksi pitkät vaihteet, mikä mahdollistaa vaihteessa suuremman nopeuden ja lisää siten ratakapasiteetin määrää, sekä turvalaitteet, jotka mahdollistavat sen, että vastakkaisista suunnista saapuvat junat voivat ajaa kohtauspaikalle samanaikaisesti. Lisäraiteen rakentaminen kasvattaa huomattavasti ratakapasiteetin määrää.

Kohtauspaikkojen ja –raiteiden rakentaminen lisää ratakapasiteetin määrää. Kohtauspaikka mahdollistaa junakohtauksen ja sen ansiosta rataosuudella voi samanaikaisesti olla vastakkaisiin suuntiin liikkuvaa liikennettä. Lisäksi kohtausraiteella samaan suuntaan eri nopeuksilla liikkuvilla junilla junaohitus on mahdollinen. Rataosuudelle voidaan rakentaa useita kohtauspaikkoja, jolloin yksiraiteisella rataosuudella voi liikkua yhtä aikaa useita junia. Kohtauspaikalla voi olla myös useita sivuraiteita, mikä mahdollistaa useamman junan kohtaamisen. Pienet kohtauspaikkavälit lisäävät aikataulusuunnitteluun joustavuutta sekä helpottavat liikenteenohjauksen hoitamista häiriötilanteissa. Kohtauspaikan rakentaminen normaalioloissa maksaa noin 1-3 miljoonaa euroa, mutta rakentaminen kaarteeseen tai vaikeaan maastoon voi kasvattaa rakentamiskustannukset moninkertaisiksi. Pelkillä kohtauspaikoilla junien matka-aikoja ei voi nopeuttaa kuin rajallisesti, koska toisen junan tulee aina pysähtyä.

Kaksiraiteinen rata mahdollistaa yli kaksinkertaisen liikennemäärän yksiraiteiseen verrattuna. Kaksiraiteisella radalla junat kulkevat pääsääntöisesti eri raiteilla eri suuntiin. Välityskykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat junien kulkutiheys ja nopeus.

Puolenvaihtopaikka mahdollistaa kaksiraiteisen radan käytön siten, että kaksi junaa voi ajaa rinnakkain samaan suuntaan, mikä tehostaa liikenteenohjauksen käyttömahdollisuuksia. Ratatöitä tehtäessä puolenvaihtopaikka mahdollistaa liikenteen jatkumisen toisella raiteella, kun toista kunnostetaan. Puolenvaihtopaikan rakentamiskustannus turva- ja sähkölaitteineen on normaalioloissa noin 2 miljoonaa euroa.

Kolmiraiteista rataa voidaan käyttää yhden kaksiraiteisen ja yhden yksiraiteisen tapaan. Kaksiraiteisella radalla liikennettä välitetään omiin suuntiinsa kolmannen radan välittäessä liikennettä kysynnän mukaan tarvittavaan suuntaan. Neliraiteinen rata mahdollistaa liikenteen erottelun, koska rataosuudella on käytettävissä kaksi raidetta molempiin suuntiin. Liikenne voidaan erotella nopeuden tai pysähtymiskäyttäytymisen (esim. kauko- ja lähiliikenne) perusteella.

Teoreettisen välityskapasiteetin tunnuslukuina¹ henkilö- ja tavaraliikenteelle käytetään seuraavia arvoja (VR 1995 s.19):

- yksiraiteinen rata 40 – 60 junaa/vrk
- kaksiraiteinen rata 140 – 160 junaa/vrk
- kolmiraiteinen rata 180 – 220 junaa/vrk
- neliraiteinen rata 320 – 360 junaa/vrk.

¹Tunnusluvuista ilmenee, missä suhteessa ratakapasiteetti kasvaa, jos rakennetaan lisäraide. Joissakin maissa tunnuslukujen arvot voivat olla kaksinkertaisia lyhyemmän suojastusvälin vuoksi.

2.1.2 Radan rakenne

Radan rakenteella tarkoitetaan radan tukikerrosta, päällysrakennetta ja raiteistoa. Radat jaetaan rataluokkiin liikenteen ja radan ominaisuuksien mukaan, jotka ilmaisevat millainen liikenne sallitaan radan ja sen rakenteen osalta.

Päällysrakenteen uusimisella tarkoitetaan kiskojen, vaihteiden, ratapölkkyjen ja tukikerroksen uusimista. Uusimisen yhteydessä voidaan päällysrakennetta vahvistaa käyttämällä betonipölkkyjä ja raskasta jatkuvakiskoa, mikä päällysrakenteen osalta mahdollistaa tavaraliikenteessä 25 tonnin akselipainon kantavuuden ja henkilöliikenteessä 160-200 km/h nopeuden. Päällysrakenteen uusiminen maksaa noin 0,3 miljoonaa euroa kilometri. Päällysrakenteen uusimisen yhteydessä voidaan samalla parantaa alusrakennetta, tehdä pieniä ratalinjan oikaisuja ja parantaa ratageometriaa, jotka osaltaan mahdollistavat myös junien nopeuksien nostamista. (RHK 2001c s.8-10, VR 1995 s.18, Hirvonen 2001)

2.1.3 Sähköistys

Sähköistettyä rataa koko rataverkosta oli 41 % vuoden 2000¹ lopussa, mutta sähkövetoisuuden osuus junakilometreistä oli 73 % (RHK 2001b s.6,26). Sähköistyksen hyötyjä ovat myönteiset vaikutukset junaliikenteen energia-, henkilöstö-, huolto-, kunnossapito- ja pääomakustannuksiin sekä ympäristöystävällisyyteen (RHK 2001c s.11). Sähköistys mahdollistaa dieselvetoisuutta nopeamman junaliikenteen, mikä lisää ratakapasiteetin määrää. Suomessa dieselvetoisen liikenteen suurin mahdollinen nopeus on 140 km/h. Sähköistäminen lisää ratakapasiteetin määrää mahdollistamalla veturista ja vaunuista riippuen nopeudet 140-160 (Sr1, Sm4)² ja 200-220 (Sr2, Sm3)³ km/h. Sähköistämisen rakennuskustannukset ovat noin 0,2 miljoonaa euroa kilometriltä.

¹Vuonna 1980 sähköradan osuus koko rataverkosta oli 15% ja vuonna 1990 28% (Tilastokeskus 2000 s.51)

²Sr1 on sähköveturi tyyppiä 1, jonka teho on 3100 kW. Sm4 on sähkömoottorivaunu tyyppiä 4 eli uusi lähiliikennejuna.

³Sr2 on sähköveturi tyyppiä 2, jonka teho on 6000 kW. Sm3 on sähkömoottorivaunu tyyppiä 3 eli Pendolino.

2.1.4 Turvalaitteet

Turvalaitteiden tehtävänä on mahdollistaa rautatieliikenteen turvallinen ja sujuva kulku. Liikennettä turvaavia ja ohjaavia tekniikoita ovat asetinlaitteet, suojastus, kulunvalvonta, kauko-ohjaus ja tievaroitulaitokset. Turvalaitteet lisäävät junaliikenteen turvallisuutta, alentavat liikennöintikustannuksia, lisäävät ratakapasiteettia ja pienentävät liikennehäiriöiden vaikutuksia.

Suojastetulla radalla ratalinja on jaettu suojaväleihin. Liikennettä ohjataan valopasteilla, jotka kertovat, onko seuraava suojaväli vapaa vai varattu. Suojastuksen vuoksi rataosuudella voi samaan suuntaan kulkea useita junia, mikä nostaa ratakapasiteetin määrää. Ratakapasiteettia voidaan lisätä tihentämällä suojaväliä, jolloin rataosudelle mahtuu enemmän junia. Suojavälin minimipituuden määrittää junan jarrutusmatkan määrä, joka on esim. 140 km/h:n nopeudella noin 1200 metriä.

Suojastettu rataosuus voi olla myös kauko-ohjattu, jolloin liikennepaikkoja voidaan ohjata keskitetysti yhdestä paikasta. Tällöin liikennepaikkojen liikenne turvataan asetinlaitteilla. Alueasetinlaitteeseen voidaan rakentaa usean eri liikennepaikan turvalaitteet ja suojastus. (Mäkinen et al. 1999 s.31-33) Koko rataverkosta on suojastettu 2326 kilometriä eli noin 40 % ja kauko-ohjattavissa noin 36 % (Salo 2001, vuoden 2000 lopun tilanne). Kauko-ohjauksen ja linjasuojastuksen rakennuskustannukset välillä Kouvola – Pieksämäki (185 km) olivat 20 miljoonaa euroa, joka tarkoittaa noin 0,1 miljoonan euron kilometrikustannuksia.

Junien kulunvalvonta (JKV) on automaattinen järjestelmä, joka valvoo junien nopeutta ja kykenee tarvittaessa pysäyttämään junan. Kulunvalvonnalla tarkoitetaan laitteistoa, jolla varmistetaan junan suurimman sallitun nopeuden, nopeusrajoitusten ja junan kulkuun vaikuttavien opasteiden noudattaminen. Järjestelmä edellyttää rataan ja vetureihin asennettavia laitteita ja se lisää rataosan kapasiteettia mahdollistamalla yli 140 km/h nopeuden käytön. Jos kulunvalvontajärjestelmää ei ole rakennettu, on suurin sallittu nopeus 120 km/h¹. Kulunvalvonnan rakentamiskustannus on noin 30000 euroa kilometriltä (Salo 2001).

¹Vuoden 2004 jälkeen suurin sallittu nopeus on 80 km/h.

2.1.5 Tasoristeykset

Tasoristeyksiä poistamalla parannetaan turvallisuutta ja kasvatetaan ratakapasiteettia, jos rataosalla olisi tasoristeyksiä lukuun ottamatta edellytys liikennöidä tasoristeyksestä aiheutuvaa nopeusrajoitusta nopeammin. Tasoristeyksissä suurin sallittu nopeus on 140 km/h (RHK RAMO 9). Tasoristeysten poisto on välttämätöntä, jotta henkilöjunien nopeuksia voidaan nostaa yli 140 km/h:n. Tasoristeyksien poistamisjärjestyksen priorisoinnin kriteereinä on käytetty risteysten vaarallisuutta, henkilöliikenteen nopeustavoitteita, vaarallisten aineiden kuljetuksia ja yhteiskuntataloudellisia hyötyjä. Tasoristeyksiä on poistettu sulkemalla tarpeettomia risteyskorsia, järjestämällä kulku toisen tasoristeyksen kautta tai korvaamalla tasoristeys eritasoristeyksellä. Tasoristeyksen korvaaminen sillalla maksaa keskimäärin 0,5-1 miljoonaa euroa, mutta tapauskohtaisesti kustannus voi olla 0,2-3 miljoonaa euroa. (LVM 2001a s.37-41)

2.2 Liikkuva kalusto

Liikkuvan kaluston ominaisuudet, joita ovat kapasiteetti, nopeus, kiihtyvyys, hidastuvuus, massa ja pituus, vaikuttavat osaltaan suoritemäärään ja ratakapasiteettiin. Vaunun kapasiteetti, henkilö- tai tonnimäärä tai tilavuus, sekä vaunujen lukumäärä muodostavat liikkueessa suoritemäärän. (Kaas 1998 s.17, Pyy 1998 s.1)



Kuva 3. Suoritemäärän kasvattaminen liikkuvan kaluston ominaisuuksilla.

Junien kuljetuskapasiteettia voidaan kasvattaa lisäämällä junaan vaunuja. Rajoittavia tekijöitä ovat kohtauspaikkojen raiteiden pituus ja henkilöliikenteessä lisäksi asemien

laiturien suurin pituus. Henkilöliikenteessä merkittävä vaunukapasiteettia lisäävä tekijä on kaksikerroksisuus. Kaksikerroksisuus vähentää junien vaunumäärää, jolloin junien massa kevenee. Tavaraliikenteessä rajoittava tekijä on usein akselipaino, ei niinkään vaunun kapasiteetti. Liikkuvan kaluston kapasiteetti vaikuttaa suuresti suoritetasoon eli siihen, miten monta tonnia tai henkilöä voi kulkea tietyllä välillä tunnissa tai vuorokaudessa.

Junapaino ja -pituus vaikuttavat junan liikkumis- ja suorituskykyyn. Mitä pidempi ja painavampi juna on, sen hitaammin se kiihtyy ja pysähtyy. Raskaimmat tavarajunat eivät aina pysty ajamaan suurinta sallittua nopeutta. Lisäksi junan jarruominaisuudet vaikuttavat junan pysähtymiseen.

Kalustoon kohdistuvilla investoinneilla voidaan mahdollistaa liikennöintinopeuden kasvu ja siten rataosan ajoajan lyhentäminen vaadittavaan solmupisteiden väliseen tavoite-etäisyyteen, jos infrastruktuuri sallii suuremman nopeuden. Rataverkolla nopean junaliikenteen nopeustavoitteeksi on asetettu 160-200 km/h. Kalustoinvestoinneilla voidaan hankkia nopeampia ja kallistuvakorisia junia. Uusi sähköveturi maksaa 3-4 miljoonaa euroa ja Intercityn vaunu noin 2 miljoonaa euroa. Pendolinoyksikkö maksaa noin 13 miljoonaa euroa. (Keränen 2001a)

Junien kallistustekniikka mahdollistaa suuremman nopeuden kaarteissa. Perinteisellä kalustolla ajettaessa kaarteeseen hidastetaan nopeutta matkustusmukavuuden säilyttämiseksi. Kallistuvakorisuus vähentää kaarteissa koettua kääntymisen tunnetta, jolloin kaarteissa voidaan ajaa nopeammin kuin perinteisellä kalustolla. Kallistuvassa junassa keskeiskiihtyvyyttä eli keskihakuvoimaa ei koeta yhtä voimakkaana, mikä mahdollistaa perinteistä kalustoa 20-40 % suuremman nopeuden kaarteissa (RHK 2001d s.44). Tavaraliikenteessä kallistuvaa kalustoa ei tarvita, koska matkustajia ei ole.

Veturinvaihtoa nopeuttamalla voidaan lyhentää matka-aikaa. Helsingistä Jyväskylään lähteviin juniin vaihdetaan Tampereella veturi, koska vetosuunta vaihtuu. Veturinvaihtoon kuluu aikaa yli kymmenen minuuttia. Pendolinoa käytettäessä veturinvaihtoja ei tarvitse tehdä, minkä ansiosta pysähdysaikaa voidaan lyhentää huomattavasti.

2.3 Infrastruktuurin ja liikkuvan kaluston yhteensovittaminen

Liikkuva kalusto sovitetaan infrastruktuurille aikataulusuunnittelulla ja liikenteenohjauksella. Aikataulusuunnittelu on etukäteen tapahtuvaa monivaiheista liikenteen suunnittelua. Ratakapasiteettia jaetaan liikenteen lisäksi radan kunnostus- ja ylläpitotöille, jotka on otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Ratatöiden ja aikataulusuunnittelun tarkempi yhteensovittaminen lisää liikenteen täsmällisyyttä (VR 2001a s.16).

Liikenteenohjauksen tehtävänä on toteuttaa ja valvoa operatiivisesti junien kulkua. Lisäksi sen tehtävänä on radalla tehtävien töiden raidevarausten toteuttaminen ja valvominen sekä toiminnan koordinoiminen häiriötilanteissa.

- *Ratakapasiteetti tarkoittaa rataosuuden liikenteenvälityskykyä.*
- *Ratakapasiteetti muodostuu infrastruktuurista, liikkuvasta kalustosta ja niiden yhteensovittamisesta.*
- *Rataosan kapasiteettia voidaan kasvattaa rakentamalla suojustus ja kauko-ohjaus, sähköistys, kulunvalvonta, kohtauspaikkoja tai lisäraide.*
- *Kapasiteetin kasvu ja nopeustason nostaminen perustuvat hankkeiden yhteisvaikutukseen.*
- *Liikkuvan kaluston ominaisuuksia ovat kapasiteetti, teho, kiihtyvyys, suurin sallittu nopeus, massa ja pituus.*
- *Liikkuva kalusto sovitetaan infrastruktuurille aikataulusuunnittelulla ja liikenteenohjauksella.*

3 AIKATAULU

Aikataulu kuvaa junan tai junien liikkumista rataverkolla. Teknisestä näkökulmasta katsottuna aikataulu voidaan määritellä dokumenttina, joka esittää junan tai junien paikan ajan funktiona, $x(t)$. Aikataululla voidaan tarkoittaa yhden junan matkasuunnitelmaa tai kokonaista junien matkasuunnitelmista muodostuvaa järjestelmää. Breimierin määritelmän mukaan aikataulun tarkoituksena on koordinoita liikennöintitoivomuksia, kuvata sovitun liikenteen kulku ja antaa tietoa asiakkaalle (Pellandini 2001b).

Aikataulusuunnittelu on keskeisessä roolissa rautatieliikenteessä, koska toimiva aikataulu on edellytys suurten liikennevirtojen hallinnalle ja niukkojen resurssien tehokkaalle hyödyntämiselle. Aikataulusuunnitteluun liittyvät infrastruktuuri, liikkuva kalusto ja sen kierto, henkilöstö ja asiakkaat.

3.1 Aikataulusuunnittelu

Junaliikenteen yhteensovittamisen vaikeus perustuu erilaisiin juniin ja niiden erilaisiin nopeuksiin ja pysähtymispaikkoihin sekä muihin ominaisuuksiin. Aikataulusuunnittelu ja liikenteenohjaus olisi helppoa, jos kaikki junat kulkisivat samalla nopeudella. Liikenne suunnitellaan huolella, jotta kaikki junat voisivat mahdollisuuksien mukaan ajaa suurinta sallittua nopeuttaan. Taulukossa 1 on esitetty erilaisten junien tyypillisiä suurimpia nopeuksia.

Taulukko 1. Erilaisten junien nopeuksia.

Juna	Nopeus [km/h]
<i>Henkilöliikenne</i>	
Pendolino	200 – 220
IC	160 – 200
Pikajuna	140
Lähiliikennejuna	120
<i>Tavaraliikenne</i>	
Tavarajuna	80 – 100
Hidas tavarajuna	40 – 80
<i>Ratatyöt</i>	
Työkoneiden ym. siirtyminen	~ 40 – 80
Työkoneiden työskentely	0-5

Aikataulusuunnitteluprosessi lähtee liikkeelle liikenteen suunnittelusta, jossa määritellään matkustajien ja asiakkaiden tarpeet. Aikataulusuunnittelussa liikennesuunnitelma pyritään sovittamaan infrastruktuurille. Aikataulurakenteella tarkoitetaan erilaisten junien sijoittumista toisiinsa nähden aikataulusuunnitelmassa. (Salonen 2001)

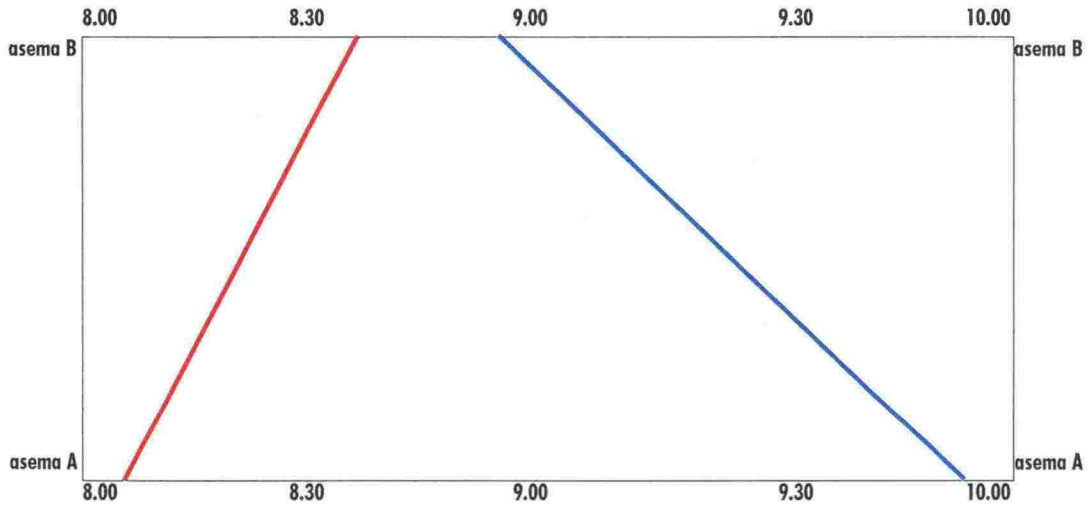
Aikataulusuunnittelun mahdollisuudet ja rajoitteet muodostuvat infrastruktuurista, junakalustosta, pysähdyspaikkojen määrästä, suurimmasta sallitusta nopeudesta sekä mahdollisista ratatöistä ja nopeusrajoituksista. Lisäksi junakuljettajahenkilöstön kierto ja lepotauot sekä kaluston kierto otetaan huomioon suunnittelussa. Perinteisesti uuden aikataulun suunnitteluprosessin elementtejä ovat edelliset aikataulut sekä muuttuneet tilanteet, tarpeet ja kysynät (Malmisalo 2000).

3.2 Graafinen aikataulu

Graafinen aikataulu on yksi aikataulun esittämismuoto, joka havainnollistaa junien liikkumista rataverkolla. Suomessa graafisessa aikataulussa pystyakseli kuvaa etäisyyttä, so. esim. asemia ja kohtaustaikkoja, ja vaaka-akseli aikaa. Graafisessa aikataulussa voi olla myös päinvastainen merkintätapa. Yksittäinen viiva kuvaa yhtä junaa ja sen kulkua. Viivan kaltevuus kuvaa junan keskinopeutta. Mitä nopeampi juna on, sitä jyrkempi on sitä kuvaava viiva.

3.2.1 Esimerkki 1

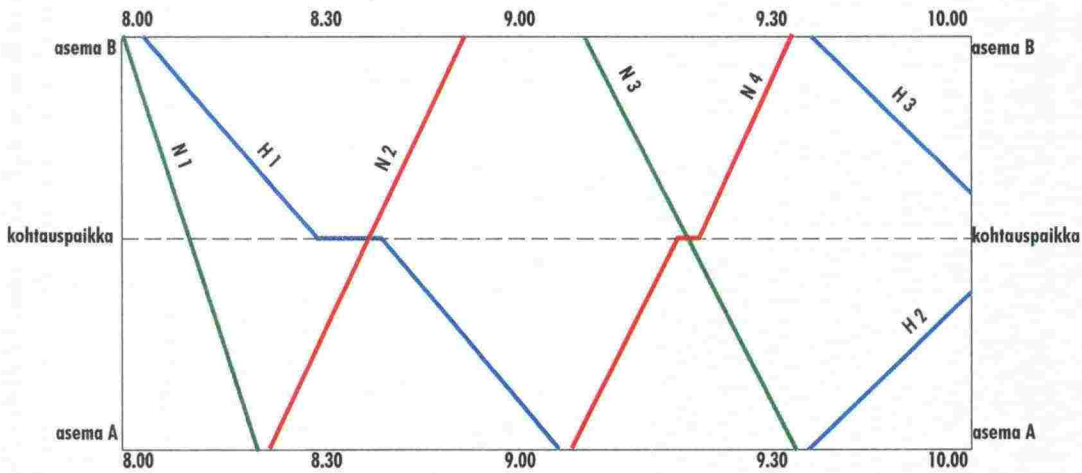
Kuvassa 4 graafinen aikataulu kuvaa kahden junan kulkemista rataosalla A–B kello 8 ja 10 välillä. Punaisella merkitty nopea juna lähtee asemalta A kello 8.05 ja se saapuu asemalle B 8.35. Sinisellä merkitty hitaampi juna lähtee asemalta B 8.55 ja se saapuu asemalle A kello 9.50.



Kuva 4. Esimerkki 1 graafisesta aikataulusta.

3.2.2 Esimerkki 2

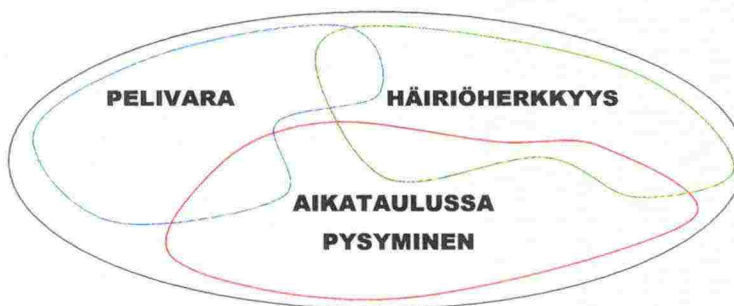
Kuva 5 esittää graafista aikataulua yksiraiteisella radalla, jolla on yksi kohtaauspaikka. Nopeat junat on piirretty vihreällä, keskinopeat punaisella ja hitaat sinisellä värillä. Kuvan ensimmäinen juna N1 lähtee asemalta B 8.00 ja se saapuu asemalle A 8.20. Junaa N1 hitaampi juna H1 lähtee asemalta B 8.05 ja saapuu kohtaauspaikalle 8.30, jossa se odottaa junaa N2 10 minuuttia, jonka jälkeen se jatkaa matkaa saapuen asemalle A 9.05. Nopea juna N2 lähtee asemalta A 8.25, sivuuttaa junan H1 kohtaauspaikalla ja saapuu asemalle B 8.50. Juna N4 odottaa kohtaamispaikalla junan N3 sivuuttamista, jne.



Kuva 5. Esimerkki 2 graafisesta aikataulusta.

3.3 Aikataulun kvantitatiivinen laatu

Aikataulun kvantitatiivisella tai teknisellä laadulla voidaan tarkoittaa junien etukäteen arvioitua mahdollisuutta pysyä suunnitellussa aikataulussa tai liikenteen toteutumaa suunnitelmaan nähden eli täsmällisyyttä. Aikataulun kvantitatiiviseen laatuun liittyviä tekijöitä ovat pelivara, häiriöherkkyys sekä aikataulussa pysymisen mahdollisuus tai sen toteutuma (kuva 6). Laadun tekijät vaikuttavat toisiinsa, jolloin yhden tekijän arvon muuttaminen näkyy myös muiden tekijöiden arvoissa. (Salonen 2001, Pellandini 2001f)



Kuva 6. Aikataulun kvantitatiivisen laadun tekijöitä.

Yksittäisen junan kulkusuunnitelma eli sen aikataulu sisältää pelivaraa, jonka rajoissa juna pyrkii kulkemaan. Junalle sallittu pelivara ilmoitetaan yleensä prosentteina, joka ilmaisee miten paljon juna voi liikkua myöhässä. Pelivara voidaan määrittellä etäisyyden tai matka-ajan perusteella. UIC:n mukaan (2000 s.4) nopeudella 140-160 km/h liikkuva juna vaatii noin 10 %:n pelivaran. Suomessa aikatauluissa on pidetty junatarjonnasta,

rataosuudesta ja ratatöiden määrästä riippuen 5-15 %:n pelivaraa (Malmisalo 2001). (UIC 2000 s.4-9)

Häiriöherkkyydellä tarkoitetaan aikataulun kyvyttömyyttä vaimentaa yhden junan myöhästymisen vaikutuksia. Häiriöherkässä aikataulussa yhden junan jääminen aikataulustaan jälkeen saattaa myöhästyttää useita muita junia. Liikennesuoritteen ja ratakapasiteetin käyttöasteen kasvaessa häiriöherkkyys kasvaa ja palautumiskyky häiriöistä heikkenee.

Kaukoliikenteen junaa pidetään Suomessa täsmällisenä, jos se saapuu määräasemalle ajallaan tai korkeintaan viisi minuuttia myöhässä. Kaukoliikenteen junien täsmällisyys oli vuonna 2000 keskimäärin 93 %, kun se 1990-luvulla on ollut keskimäärin 87 %. Kansainvälisesti hyvänä täsmällisyystasona on pidetty yli 90 %:a. Lähiliikenteessä täsmälliseksi luokiteltava juna saa myöhästyä kolme minuuttia. Pääkaupunkiseudun lähiliikenteen täsmällisyystaso oli 98 % vuonna 2000. (VR 2001a s.15-16)

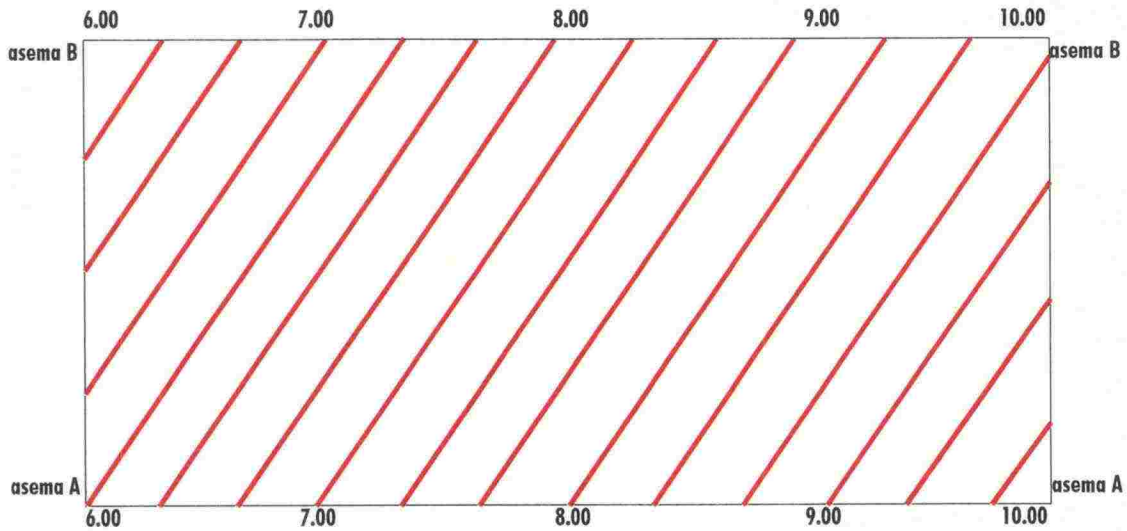
Suomessa tavaraliikenne on perinteisesti saattanut kulkea reilusti etuajassa, mikä vaikeuttaa liikenteenohjaajien operatiivista työskentelyä, koska aikatauluviivansa ulkopuolella kulkevaa junaa joudutaan ohjaamaan erikseen. Tavaraliikenteen etuajassa ajaminen perustuu varhaisempaan liikkeellelähtövalmiuteen. Nykytrendinä on pyrkiä vähentämään etuajassa ajamista ja tavoitteena on, että junat ajaisivat niille varatuilla aikatauluviivoilla, mikä on myös turvallisinta liikennettä. (Salonen 2001, Hovi 2001)

3.4 Nopeuserot

Ratakapasiteetin ja liikennesuoritteen mittayksikkönä käytetään junien lukumäärää aikayksikköä kohden. Junien nopeuserot vähentävät liikenteen suorittemäärää ja ratakapasiteetin käyttöastetta sekä vaikeuttavat suunnittelua.

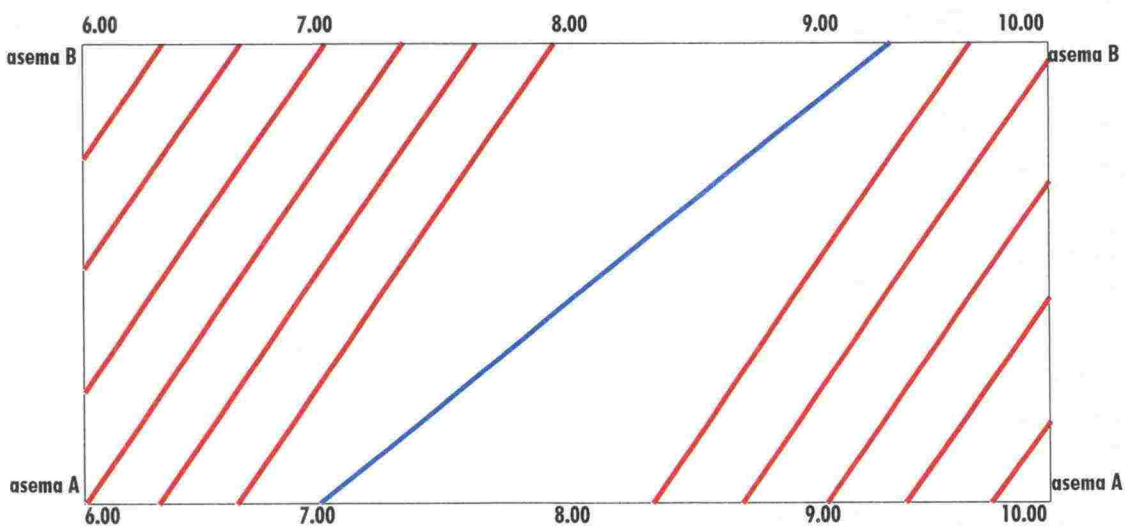
Tarkastellaan nopeuserojen vaikutusta homogeeniseen liikenteeseen. Oletetaan, että asemavälillä A–B on kaksi raidetta, joista tarkastellaan raidetta, jota käytetään liikennöintiin asemalta A asemalle B. Rataosalla ei ole kohtauspaikkaa eikä puolenvaihtopaikkoja. Rataosa on suojastettu siten, että radalla voi liikennöidä junia noin 20 minuutin välein.

Kuvassa 7 asemavälillä liikkuu junia, jotka kaikki liikkuvat samaa keski suurta nopeutta. Tällainen juna voi olla esimerkiksi Intercity. Kuvan 7 liikennesuorite on kolme junaa tunnissa. Asemalta A lähtee kello seitsemän ja kello yhdeksän välillä seitsemän junaa.



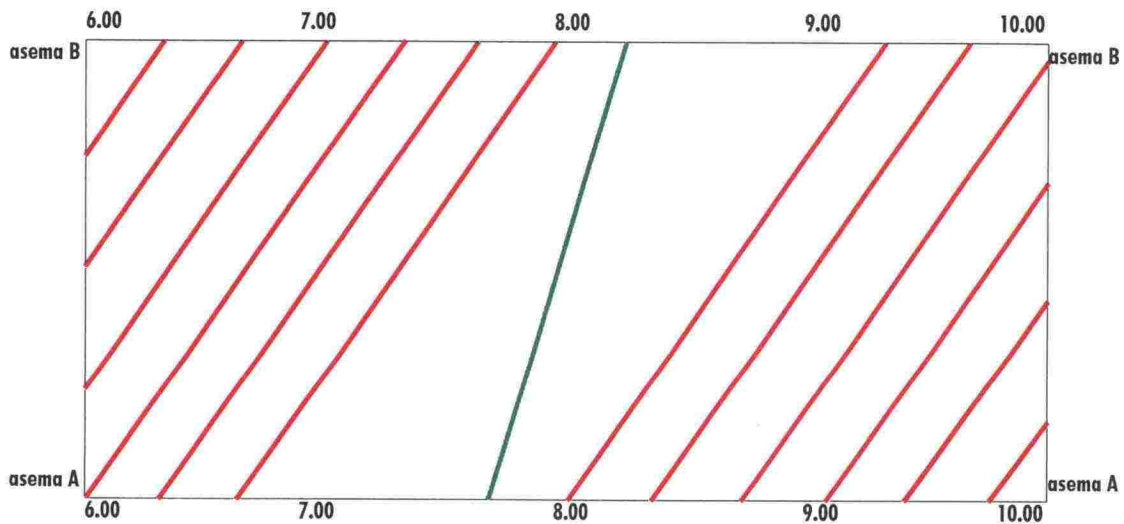
Kuva 7. Tasainen liikenne.

Homogeenisen liikenteen aikataulusuunnittelu ja liikenteenohjaus on helpompaa kuin tavanomaisen liikenteen, minkä voi nähdä kuvasta 7. Kuvassa 8 homogeenisen liikenteen väliin sijoitetaan hidas juna (sininen viiva), esimerkiksi pitkä ja raskas tavarajuna. Tässä tapauksessa asemalta A ehtii lähteä vain neljä junaa kello seitsemän ja kello yhdeksän välillä.



Kuva 8. Hidas juna tasaisessa liikenteessä.

Kuvassa 9 Intercityjen väliin sijoitetaan nopeampi juna (vihreä viiva), esimerkiksi Pendolino. Tällöin asemalta A lähtee kello seitsemän ja yhdeksän välillä viisi junaa. Tästä nähdään, että homogeenisen liikenteen väliin sijoitettu yksittäinen nopea juna voi vähentää rataosuuden suoritemäärää ja ratakapasiteetin käyttöastetta. Rataosuuden suoritemäärä olisi tietenkin suurempi, jos homogeeninen liikenne koostuisi pelkästään nopeista junista.



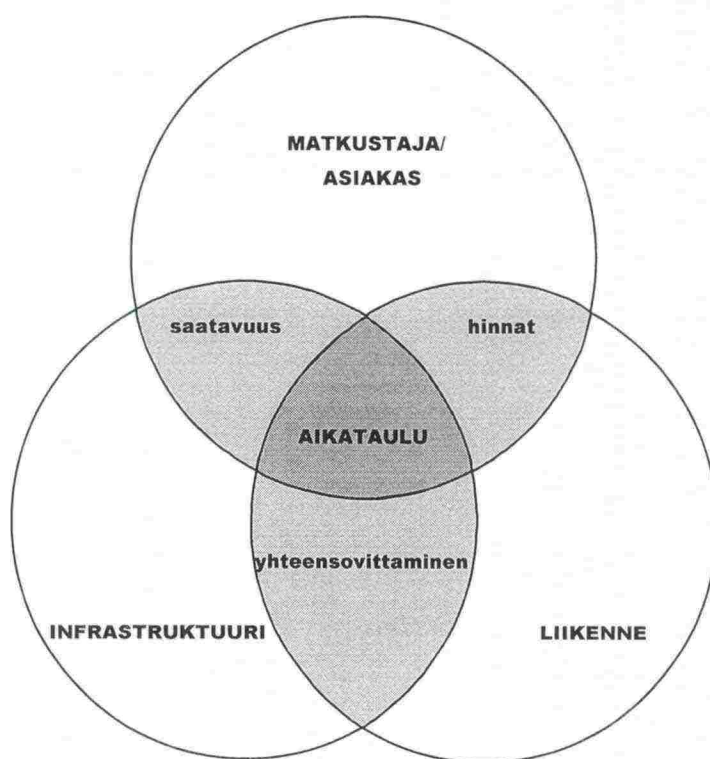
Kuva 9. Nopea juna tasaisessa liikenteessä.

Graafisista aikataulukuvista 7, 8 ja 9 voidaan päätellä, että kapasiteetin tehokkaan käytön kannalta liikenteen tulisi mahdollisuuksien mukaan olla tasanopeuksista. Näkemykset tavoitetilasta eroavat. Tavoitteena voi olla korkea kapasiteetin käyttöaste tai puolitasainen liikenne ja muutama erikoisnopea junayhteys.

- Aikataulu kuvaa junien liikkumista rataverkolla.
- Aikataulusuunnittelulla luodaan tehokasta rautatieliikennettä.
- Graafinen aikataulu on tapa havainnollistaa junien liikkumista rataverkolla.
- Aikataulun kvantitatiivisia tekijöitä ovat pelivara, häiriöherkkyys ja täsmällisyys.
- Junien nopeuserot vaikeuttavat aikataulusuunnittelua ja vähentävät ratakapasiteetin käyttöastetta.

4 VAKIOAIKATAULU

Rataverkko on toiminnallinen kokonaisuus. Henkilökaukoliikenne on sisäisesti riippuvaista jatkoyhteyksien vuoksi. Yksittäisen rataosuuden ratakapasiteetin, matka-ajan ja vaihtomahdollisuuksien tarkastelu ei anna täysin oikeaa käsitystä, koska liikenteeseen ja sen mahdollisuuksiin vaikuttavat ympäröivien rataosuuksien ominaisuudet. Liikenne- ja aikataulusuunnittelun tulisi olla kokonaisvaltaista, siirtymistä kokonaisuuksista pienempiin osiin. Aikataulun laadun ilmenemismuotoja ovat toimivien solmupisteiden määrä, vaihtojen helppous ja verkon matriisirakenne (Pellandini 2001f).



Kuva 10. Infrastruktuurin, liikenteen ja asiakkaan yhteydet.

Aikataulu liittyy yhteen infrastruktuurin, liikenteen sekä asiakkaat (Pellandini 2001f, Stohler 1993 s.65). Henkilöliikenteessä matkustajat ja tavaraliikenteessä asiakkaat sekä heidän tarpeensa ovat keskeisessä asemassa. Matkustus- ja kuljetustarpeet ovat kysyntää, johon pyritään vastaamaan tarjoamalla palveluita.

Vakioaikataulu¹ edustaa kvalitatiivista² ratkaisumallia liikenteen ja infrastruktuurin suunnitteluun ja kehittämiseen. Vakioaikataulun mukaisessa suunnittelutyössä ja ratao-satarkastelussa suurempi kokonaisuus, so. koko rautatieliikennejärjestelmä, otetaan aina huomioon. Suunnittelun tavoitteena on liikenteellisesti toimiva kokonaisuus.

Vakioaikataulua on sovellettu Euroopassa ensin lähiliikenteessä ja myöhemmin myös kaukoliikenteessä. Yksi edelläkävijämaa on ollut Sveitsi, jossa vakioaikataulu otettiin käyttöön vuonna 1982 (Latscha 1982 s.439). Ensimmäisenä liikenteen kiinteää aika-
taulua on käytetty Saksassa Berliinin lähiliikenteessä 1940-luvulla (Pellandini 2001f).

4.1 Säännöllisyys

Vakioaikataulun näkyvin osa matkustajalle on liikenteen säännöllisyys. Junat lähtevät ja saapuvat säännöllisin vuorovälein tietyllä vakiona pysyvällä minuuttiluvulla. Perustilanteessa vuoroväli on tunti, mutta se voi olla myös puoli, kaksi tai kolme tuntia. (Speck 1996 s.33)

Matkustajalle vakioaikataulun mukainen aikataulurakenne on hyödyllinen asia. Vakioaikataulu on helppolukuinen ja sen voi muistaa ulkoa. Lisäksi risteysasemilla vaihto junasta toiseen helpottuu, kun vaihdot toistuvat säännöllisesti samanlaisina. (Hovi 2000 s.1, Kangas 1999 s.14-15)

¹Suomenkieliset käsitteet, vakio-, verkko- tai perusaikataulu, eivät ole yhtä kuvaavia kuin englanninkielinen *regular (basic) interval timetable* ja saksankielinen *Taktfahrplan*.

²Rautatieliikenteessä *kvantitatiivista* lähestymistapaa edustavat läpimenoaikojen, liikennesuoritteiden ja nopeuden tarkastelu.

Tavanomainen aikataulu		Vakioaikataulu	
Tunti	minuutti	Tunti	minuutti
5		5	
6	18	6	02
7	01	7	02
8	54	8	02
9	50	9	02
10		10	02
11	01, 52	11	02
12		12	02
13	04	13	02
14	15, 59	14	02
15		15	02
16	17	16	02
17	04	17	02
18	17	18	02
19	02	19	02
20		20	02
21		21	02
22		22	02
23		23	

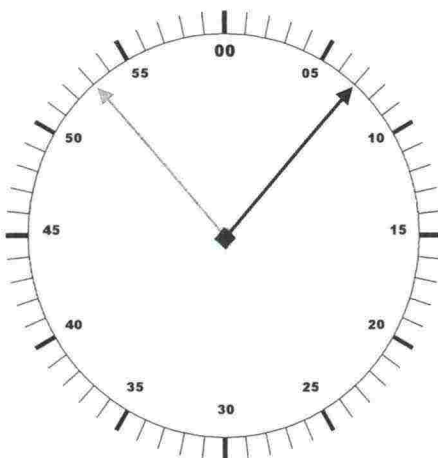
Kuva 11. Säännöllisyys aikataulussa.

Kuvan 11 (Göbertshahn 1993 s.360) vasen aikataulu on vuoden 1992/93 Saksan Pfronten-Ried:n lähtöajat kohti Kemptenia. Kuvan oikea puoli on seuraavaksi aikataulukaudeksi käyttöön otettu aikataulu. Kuvasta havaitaan, että matkustajien on huomattavasti helpompi muistaa oikeanpuoleinen aikataulu.

4.2 Symmetria ja peilivaikutus

4.2.1 Symmetria kellossa

Vakioaikataulu on symmetrinen, mikä tarkoittaa, että samanlaisen junan eri kulkusuunnat ovat toistensa peilikuvia. Symmetriaminuuttina käytetään useimmiten tasatuntia eli minuuttia 00 (nolla), tosin mitä tahansa minuuttilukua voidaan käyttää. Peilipintana toimiva symmetria-akseli syntyy symmetriaminuutille.

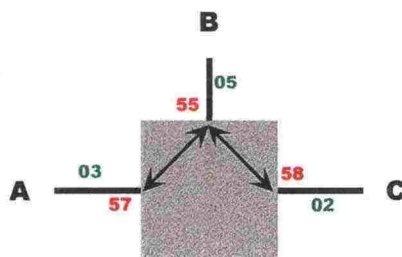


Kuva 12. Symmetria kellossa.

Jos juna lähtee asemalta pohjoiseen seitsemän minuuttia yli tunti-luvun, niin symmetrian perusteella pohjoisesta vastaava juna saapuu asemalle seitsemää vaille (kuva 12). Vastaavasti junan saapuessa asemalle kahta minuuttia vaille, lähtee vastaava juna edellisen tulosuuntaan kaksi minuuttia yli tunti-luvun.

4.2.2 Symmetria asemalla ja solmupisteessä

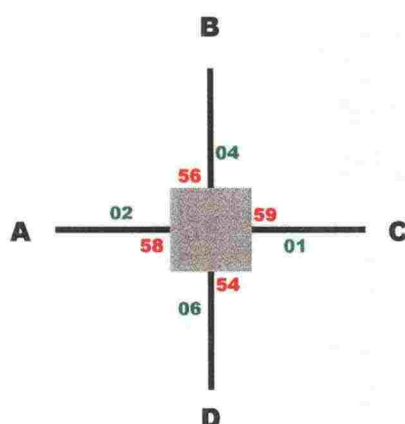
Vakioaikataulussa säännöllisyys ja symmetria mahdollistavat sen, että junat ovat samaan aikaan asemalla (käsitellään tarkemmin luvussa 4.3), jolloin junanvaihto helpottuu. Tällöin junanvaihtoihin liittyvä odotusaika pienenee huomattavasti.



Kuva 13. Säännöllisyys ja symmetria asemalla.

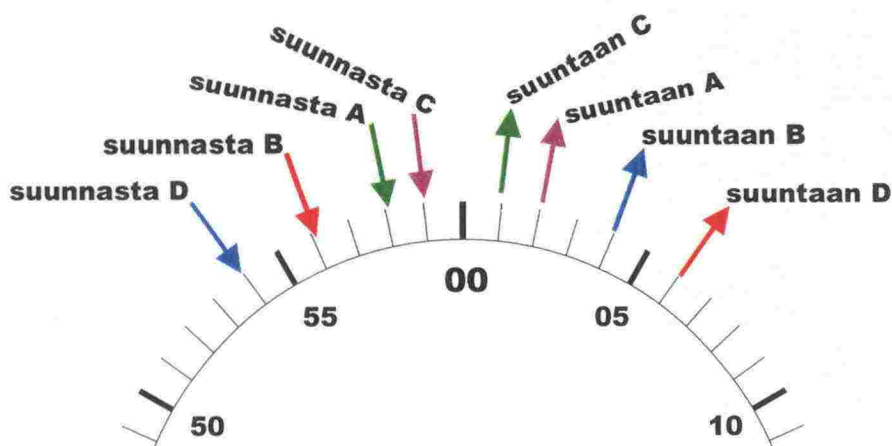
Esimerkkitilanteessa kuvassa 13 asemalta on rautatieyhteys kolmeen suuntaan A, B ja C. Asemalla on säännöllistä liikennettä, joka toistuu samanlaisena kerran tunnissa. Junien liikennöntiajat voidaan lukea kuvasta oikeanpuoleisen liikenteen mukaisesti: Oikealla puolella on lähtöaika (vihreä), vasemmalla tuloaika (punainen). Suunnalta A juna saapuu asemalle joka tunti 3 minuuttia ennen tasatuntia, esimerkiksi kello 11:57. Tämä juna jatkaa matkaa suuntaan C kello 12:02. Vastaavasti suunnalta C juna saapuu

asemalle kello 11:58 ja jatkaa matkaa suuntaan A kello 12:03. Suunnalta B tuleva juna saapuu asemalle 11:55 ja se jatkaa matkaa tulosuuntaansa B 12:05. Asemalla on tasatunnein kolme junaa, joiden välillä vaihtaminen käy helposti.



Kuva 14. Liikenteen solmupiste.

Risteysasemia nimitetään liikenteen solmupisteiksi. Kuva 14 esittää asemaa, jossa on rautatieyhteys neljään suuntaan. Junat saapuvat asemalle joka suunnalta siten, että ne ovat kaikki symmetriaminuutilla eli tasatunnein pysähdyksissä asemalla. Asemalla on siis minuutilla 00 neljä junaa, jolloin matkustajat voivat halutessaan vaihtaa junaa. Junat lähtevät asemalta menosuuntaansa symmetrian mukaisesti.



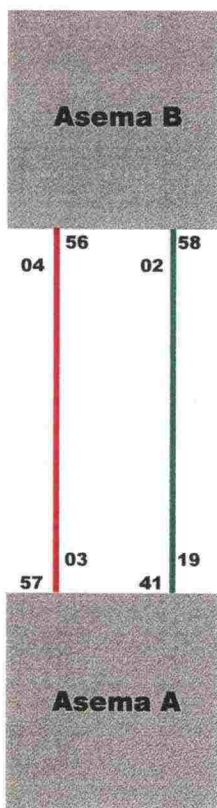
Kuva 15. Junien saapumiset ja lähdöt solmupisteessä.

Kuvassa 15 esitetään kuvan 14 mukaisen aseman junien saapumisia ja lähtemisiä. Kuvassa sama väri tarkoittaa samaa junaa; esimerkiksi punaisella on merkitty juna, joka tulee suunnalta B ja jatkaa suuntaan D. Ensimmäisenä asemalle saapuu juna (sininen nuoli) suunnasta D minuutilla 54. Seuraavaksi saapuu juna suunnasta B minuutilla 56.

Viimeisinä saapuvat junat suunnasta A minuutilla 58 ja suunnasta C minuutilla 59. Kaikki junat ovat asemalla symmetriaminuutilla 00. Junien lähtöajat noudattavat symmetriaa tulosuunnan ajan suhteen. Ensimmäisenä asemalta lähtee suunnalta A tullut juna (vihreä nuoli) suuntaan C minuutilla 01. Seuraavaksi lähtee suunnasta C tullut juna suuntaan A minuutilla 02. Suunnasta D tullut juna lähtee minuutilla 04 suuntaan B ja viimeisenä lähtee suunnasta B tullut juna suuntaan D minuutilla 06.

4.2.3 Symmetria kahden solmupisteen välillä

Tarkastellaan symmetriaa kahden solmupisteen välillä. Asemien A ja B välimatka on noin 100 kilometriä, joka kyetään kulkemaan pikajunalla vajaassa tunnissa. Asemat A ja B ovat liikenteen solmupisteitä, joissa junat kohtaavat symmetriaminuuteilla.



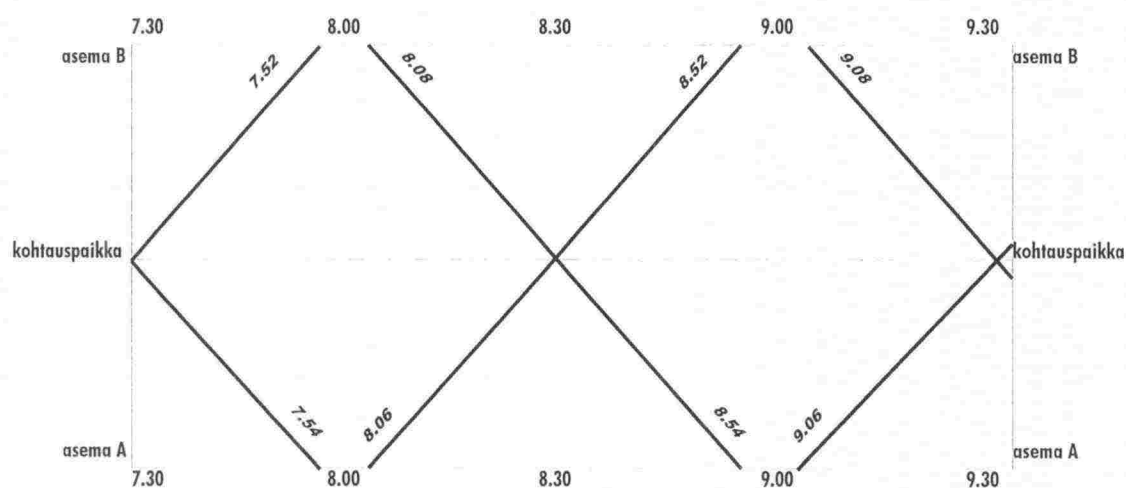
Kuva 16. Kaksi solmupistettä.

Asemalta A lähtevät pikajunat (punainen) kohti asemaa B kolme minuuttia yli tasatunnin. Symmetrian nojalla pikajunat saapuvat asemalta B asemalle A kolmea minuuttia vaille tasatunnin. Pikajunat saapuvat asemalle B 56 minuuttia yli tasatunnin, joten kohti asemaa A pikajunat lähtevät neljä minuuttia yli tasatunnin. Asemavälillä liikennöi myös

nopeampi juna (vihreä), joka lähtee asemalta A 19 minuuttia yli saapuen asemalle B 58 minuuttia yli tasatunnin. Nopeampien junien lähtöaika asemalta B on symmetrian nojalla kaksi minuuttia yli ja saapumisaika 19 minuuttia vaille tasatunnin.

4.2.4 Symmetria graafisessa aikataulussa

Vakioaikataulun symmetria näkyy myös graafisessa aikataulussa (kuva 17). Samalla rataosuudella eri suuntaan liikkuvien junien viivat voidaan piirtää toistensa peilikuviksi, koska junan matka-ajan pituus ja pysähtymiskäyttäytyminen asemien välillä molempiin suuntiin ovat samat.



Kuva 17. Symmetria graafisessa aikataulussa.

Kuva 17 havainnollistaa vakioaikataulun mukaisen liikenteen symmetriaa. Esimerkkitilanteessa rataosuuden matka-aika on 46 minuuttia. Junat lähtevät asemalta A tunnin välein 6 minuuttia yli tuntivälillä ja ne saapuvat asemalle B 52 minuuttia yli tuntivälillä. Symmetrian mukaan asemalta B juna lähtee kahdeksan minuuttia yli tuntivälillä ja se saapuu 54 minuuttia yli tuntivälillä asemalle A. Vakioaikataulun 00 symmetriaminuutin vuoksi junat kohtaavat aina tasa- ja puolitunnein. Kuvassa junien kohtaaminen tasatunnein tapahtuu asemalla ja puolitunnein kohtaauspaikassa. (Pellandini 1999 s.4-6)

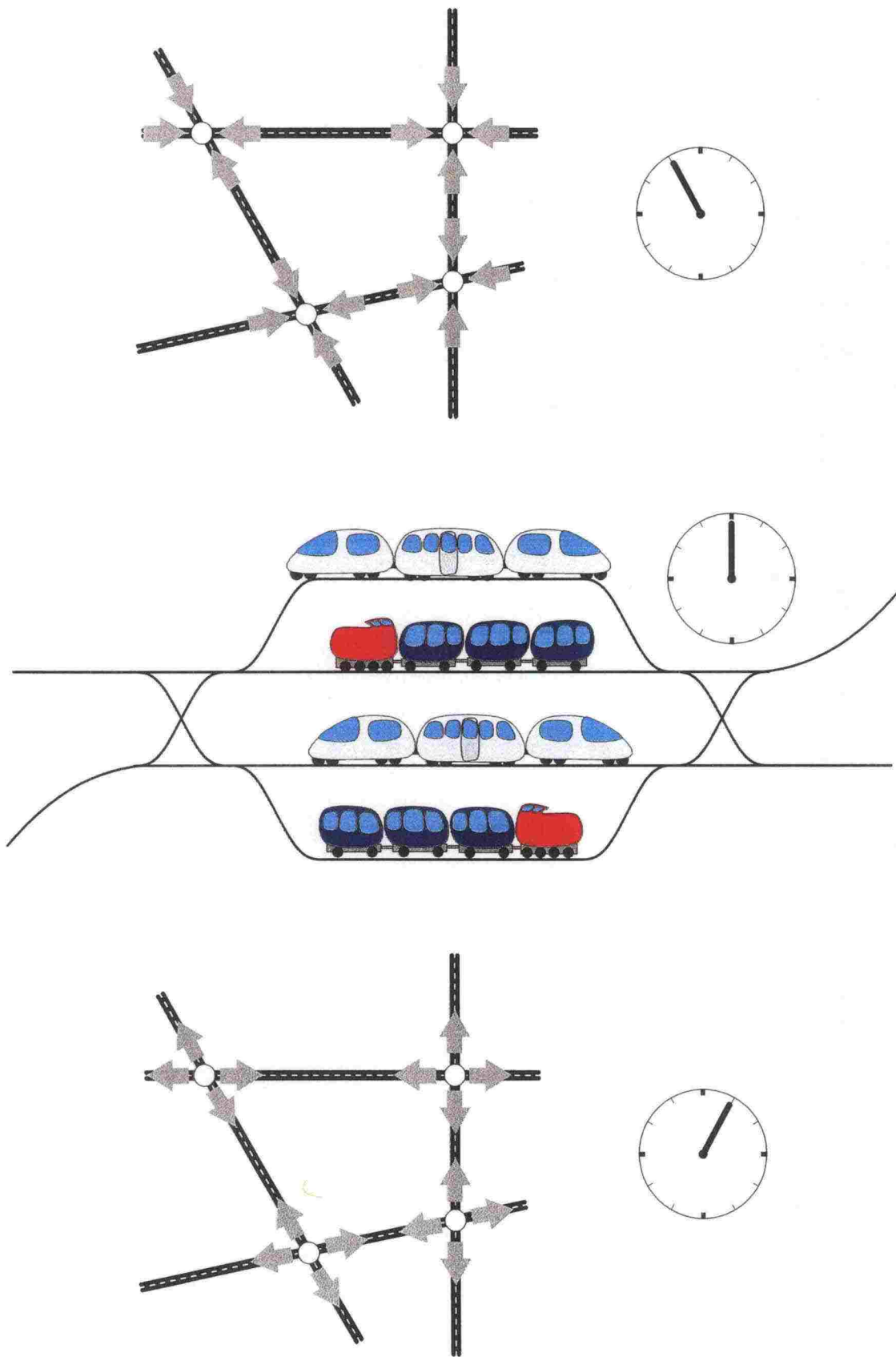
Vakioaikataulun symmetria helpottaa aikataulusuunnittelua ja liikenteenohjausta. Kun tietty juna on saatu sovitetuksi infrastruktuurille ja sen aikatauluviiva on piirretty, saadaan saman junan paluusuunnan kulku ja aikataulu peilikuvana. Tämä tarkoittaa, että junakohtaukset tarvitsee ratkaista vain toiseen suuntaan, koska vastakkainen suunta saadaan päinvastoin toimimalla. Junakohtaukset kohtaauspaikoissa ja asemilla tarvitsee

sovittaa vain yhden tunnin osalta yhteen, koska vakioaikataulussa voidaan sovitettuja kohtaukset toistaa samanlaisena seuraavina tunteina.

4.3 Solmupisteet

Vakioaikataulussa rataverkolla pyritään löytämään solmupisteasemien välisten rataosuuksien matka-ajoiksi puolet symmetriaminuuttien vuorovälistä tai sen kerrannainen eli puoli tuntia, tunti, puolitoista tuntia jne. Tällöin juna voi lähteä asemalta hieman tasa- tai puolitunnin jälkeen ja saapua seuraavalle asemalle hieman ennen tasa- tai puolituntia. (Göbertshahn 1993 s.359, Stohler 1997 s.35, Pachl s.207)

Yksittäisen aseman toiminta vakioaikataulun mukaisessa järjestelmässä palvelee suurempaa kokonaisuutta. Kuva 18 esittää vakioaikataulun mukaisen liikennejärjestelmän toimintaa. Junat saapuvat asemille hieman ennen tasatuntia (kuvan yläosa). Eri suunnista tulevat junat ovat asemilla tasatunteina, jolloin vaihtaminen junien välillä on helppoa (kuvan keskiosa). Junat lähtevät asemilta tasatunnin jälkeen (kuvan alaosa).

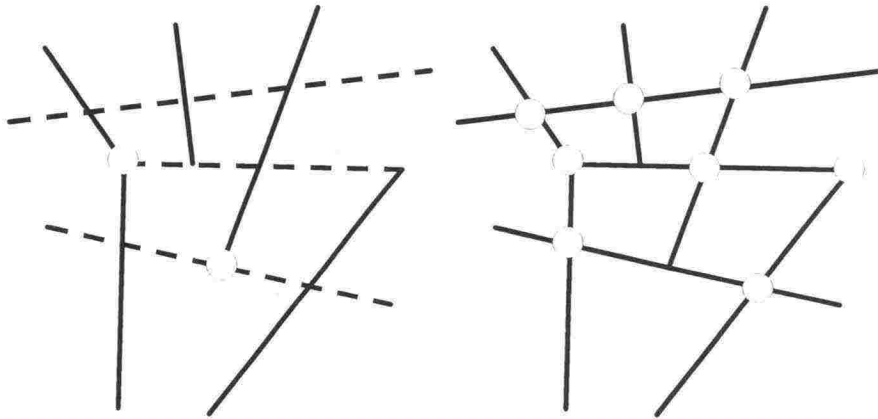


Kuva 18. Liikenne solmupisteessä.

4.4 Matriisijärjestelmä

Vakioaikataulu pyrkii luomaan rautatieliikenteen yhteyksistä matriisijärjestelmän, jossa kaikkialta pääsee kaikkialle helpoin vaihdoin. Matriisijärjestelmässä poikittainen ja pitkittäinen liikenne sekä vaihtaminen niiden välillä ovat mahdollisia, mikä helpottaa matkustajan matkaketjun luomista.

Kuva 19 havainnollistaa tavanomaisen järjestelmän ja matriisijärjestelmän eroa. Kuvassa vasemmalla puolella on tavanomainen järjestelmä, jossa poikittaista liikennettä esitetään katkoviivoilla. Kuvan risteyskohdissa olevat ympyrät esittävät solmupisteitä, joissa jatkoyhteydet ja vaihtomahdollisuus on otettu huomioon.



Kuva 19. Perinteinen järjestelmä ja matriisijärjestelmä.

Tavanomaisella verkolla on pitkittäisiä ja poikittaisia linjoja, joiden välillä vain joitakin vaihtoja on järjestetty. Liikkuminen yhteen suuntaan on helppoa, mutta vaihto voi olla ongelmallinen. Matriisijärjestelmässä vaihtomahdollisuudet ovat järjestettyjä, jolloin pitkittäis- ja poikittaissuunnassa vaihtaminen onnistuu nopeasti.

Taulukot 2 ja 3 esittävät kahden radan risteysaseman (kuva 14) vaihtomahdollisuuksia. Taulukoissa 'Suora' tarkoittaa tulevan junan lähtösuuntaa ja 'Vaihto' tarkoittaa, että suuntaan on mahdollista päästä nopealla vaihdolla.

Taulukko 2. Vaihtomahdollisuus ilman järjestettyjä vaihtoja.

	A	B	C	D
A	-		Suora	
B		-		Suora
C	Suora		-	
D		Suora		-

Taulukko 2 edustaa vaihtomahdollisuutta tavanomaisessa järjestelmässä, jossa risteys-
asemien vaihtomahdollisuuksia ei ole järjestetty. Vaihtoaika tällöin voi muodostua
pitkäksi.

Taulukko 3. Vaihtomahdollisuus järjestettyjen vaihtojen järjestelmässä.

	A	B	C	D
A	-	Vaihto	Suora	Vaihto
B	Vaihto	-	Vaihto	Suora
C	Suora	Vaihto	-	Vaihto
D	Vaihto	Suora	Vaihto	-

Taulukko 3 kuvaa vakioaikataulun mukaisia vaihtomahdollisuuksia. Matkustaja voi
lähteä kaikkiin suuntiin, koska asemalle saapuvasta junasta on mahdollisuus vaihtaa
muihin suuntiin lähteviin juniin.

4.5 Solmupisteiden väliset matka-ajat ja vakioaikataulu

Vakioaikataulun sovittaminen rataverkolle käynnistyy solmupisteiden etsimisellä.
Vakioaikataulun suunnittelussa solmupisteiden etäisyyksiä ei tarkastella välimatkoina,
esim. kilometreinä, vaan aikoina. Junakohtaukset määräytyvät vuorovälin perusteella.
Vuorovälin ollessa tunti, on junakohtauksia 30 minuutin välein.

Kaava 1. Solmupisteiden välinen etäisyys.

$$t_{\text{solmupiste1, solmupiste2}} = n \cdot \frac{1}{2} \cdot \text{vuoroväli} \quad , \text{ missä } n \text{ on positiivinen kokonaisluku}$$

Ei-kaupallisessa junakohtauksessa pysähtyvän junan häviämä aika on yleensä 5-10
minuuttia (Hovi 2001). Junakohtaukset tulisikin järjestää mahdollisuuksien mukaan
kaupallisille pysähdyspaikoille eli pysähdysasemille. Rataverkon solmupisteiden, joissa

junavaihtomahdollisuus on järjestetty, välinen etäisyys tulisi siis olla puolen tunnin kerrannainen (kaava 1). Järjestelmän kannalta junan ajoajan tulisi olla hieman pienempi kuin solmupisteiden etäisyyden, esimerkiksi 28 tai 57 minuuttia, jotta matkustajat ehtivät solmuasemalla vaihtaa junasta toiseen. Tarvittava junanvaihto-aika riippuu esim. junien pituuksista ja vaihtomatka-asta.

4.6 Vakioaikataulu ja ratatyöt

Vakioaikataulu ei tuo suuria muutoksia nykyiseen liikenteen ja radan ylläpito- ja kunnostustöiden yhteensovittamiseen. Vakioaikataulun kurinalaisen soveltamisalueen ulkopuolella ratatyöt tehdään perinteiseen tapaan. Ratatöiden ja liikennöinnin yhteensovittamisessa pyritään siihen, että vakioaikataulun soveltamisalueen liikennöntiajat pysyvät ennallaan. (Keränen 2001b)

4.7 Vakioaikataulu ja joukkoliikenne

4.7.1 Integroitu liikenne

Integroidulla vakioaikataululla tarkoitetaan, että muut joukkoliikennemuodot täydentävät junaliikennettä. Vakioaikataulun mukaan liikennöivään junaliikenteeseen on sovitettu kaupunkien sisäistä ja välistä joukkoliikennettä. Muu joukkoliikenne voi kohdata eri suunnista tulevat junat niiden ollessa tasatunteina asemalla. Tällöin siirtyminen rautatieliikenteen ja muiden joukkoliikennemuotojen välillä on mahdollista.

Euroopan unionin komission vihreä kirja *Citizens' Network* käsittelee julkisen liikenteen tavoitteita. Citizens' Network:in mukaan joukkoliikenteen tulisi olla kokonaisvaltaista siten, että eri joukkoliikennemuotojen verkot olisivat yhteensopivia, jolloin joukkoliikennemuotojen välillä vaihtaminen olisi helppoa. (EC 1998 s.7,14,16, Jalasto 2000 s.11-12)

Matkakeskus mahdollistaa integroidun liikenteen vaihdot toimien vaihtopisteenä kulkumuotojen sisällä ja niiden välillä. Paikallis- ja seutuliikenne toimii liityntäliikenteenä junille ja linja-autoille, jotka toimivat liikennejärjestelmän runkokuljettajina. Matkakeskus luo edellytyksiä eri liikennemuotojen väliselle aikataulujen synkronoinnille. (Tuo-

minen 1995 s. 37-38, 50, 61-62) Rautatieliikenteen vakioaikataulu voisi toimia synkronoinnin peruselementtinä.

4.7.2 Joukkoliikenteen laatu

Joukkoliikenteen palvelutasolla tarkoitetaan matkan kokonaislaatua. Palvelutaso muodostuu matkustajan ovelta ovelle –matkakokonaisuuteen liittyvistä tekijöistä, joita ovat esimerkiksi vuorovälit, matka-ajat ja vaihdot. (Ojala & Pursula 1994 s.47-53, Kärki 1999 s.51-55) Palvelutasoa voidaan tarkastella matkustajien, asukkaiden, kaupungin, yhteiskunnan ja liikennöitsijän näkökulmasta (Välimäki 1995 s.7-11, Karasmaa 2000 s.39).

Joukkoliikennematkan laatua voidaan arvioida yleistetyllä matkavastuksella, joka sisältää palvelutason lisäksi matkan hinnan. Palvelutason osatekijät muutetaan yhteismitallisiksi, ajaksi tai rahaksi, ja matkavastusta kutsutaan sen mukaan yleistetyksi matka-ajaksi tai yleistetyksi kustannukseksi. (Ojala & Pursula 1994 s.47-49) Matka-ajan rasittavuuskertoimia on esitetty taulukossa 4. Odottelu-aika tarkoittaa ennen matkaa, esim. kotona, vietettyä aikaa. Taulukon oikeassa sarakkeessa olevat arvot ovat rasittavuuskertoimia lukuun ottamatta ajo- ja vaihto-aikaan liittyviä rasittavuutta lisääviä arvoja, jotka ilmoitetaan minuuteissa.

Taulukko 4. Matka-ajan rasittavuuskertoimet.

Matka-ajan vaihe	Rasittavuuskerroin
Odottelu-aika	0,0 – 1,0
Kävely-aika	1,5 – 2,5
Odotusaika	1,7 – 3,7
Ajo-aika	1,0
• Seisten väljästi	+ 0,1 – 0,6 min
• Seisten tungoksessa	+ 0,2 – 0,7 min
Vaihto-aika	2,0 – 3,5
• Järjestetyn vaihdon arvo	+ 3 – 4 min
• Muun vaihdon arvo	+ 5 – 9 min

(lähde: Ojala & Pursula 1994 s.48)

Matka-ajan rasittavuuskerroin on suurin vaihto- ja odotusajalle, mikä tulee esiin myös Tikkasen tutkimuksessa (1989 s.37). Yli 90 % vastaajista piti tärkeänä, että odotusaika pysäkillä ei muodostu liian pitkäksi. Weurlanderin (1996 s.91-99) tutkimuksessa SP-aineiston¹ analyysin tuloksena saatiin, että yhden vaihdon rasittavuus vastasi kokonaismatka-ajassa 9,5 minuuttia ja kahden vaihdon arvo 24,8 minuuttia. Tutkimuksessa RP-aineiston² tulosten mukaan vaihdon arvo vastaa 3,4 minuutin ajoaikaa. Belgiassa tehdyn tutkimuksen mukaan 75 % haastatelluista käyttäisi enemmän joukkoliikennettä, jos se kehittäisi täsmällisyyttä, mukavuutta, liikennöintitiheyttä, yhteyksiä ja pääsyn helppoutta (L'Echo 2000).

Vaihdon rasittavuuteen vaikuttaa olennaisesti se, onko vaihto järjestetty vai ei (Suomi-nen 1999 s.18-19). Karhusen (1993 s.79) tutkimuksen mukaan järjestetyn vaihdon arvo ajoajassa on 3,7 minuuttia, kun muun vaihdon arvo on 8,8 minuuttia. Matkustajalle lyhyiden odotus- ja vaihtoaikojen lisäksi olennaista on vaihdon helppous (Halla & Kokkarinen 2000 s.148). Vaihdot liikennemuotojen sisällä ja niiden välillä saattavat vähentää potentiaalisten joukkoliikennematkustajien matkustushalukkuutta. Vaihtoihin liittyvät yleensä pitkät odottamisajat, koska yleensä järjestelmien sisäisiä aikatauluja, saati niiden rajapintoja, ei ole synkronoitu (Koski 2000). (EC 1998 s.14) Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä matkustaja mieltää vaihdon järjestetyksi ja helpoksi, mikä vähentää vaihdon rasittavuutta ja nostaa siten junamatkan houkuttelevuutta.

Joukkoliikenteen houkuttelevuuteen vaikuttaa kolme tekijää: hinta, laatu ja markkinointi. Laatutekijät jaotellaan kahdeksaan pääryhmään, joita ovat saatavuus, tavoitettavuus, informaatio, matka-aika, matkustajapalvelu, matkustusmukavuus, turvallisuus ja ympäristövaikutus. Tavoitettavuus sisältää ulkoisen ja sisäisen järjestelmään liittymisen. (Anttila 1998 s.15-16)

¹Stated preference (SP) –tutkimuksissa valintakäyttäytyminen perustuu hypoteettisiin tilanteisiin. SP-menetelmällä voidaan tutkia vaihtoehtoja ja muuttuja-arvoja, joita ei todellisuudessa ole. (Weurlander 1996 s.17-21)

²Revealed preference (RP) –tutkimuksissa havainnot tehdään todellisesta valintatilanteesta, jolloin käytössä ovat (vain) todelliset vaihtoehdot. (Weurlander 1996 s.17-21)

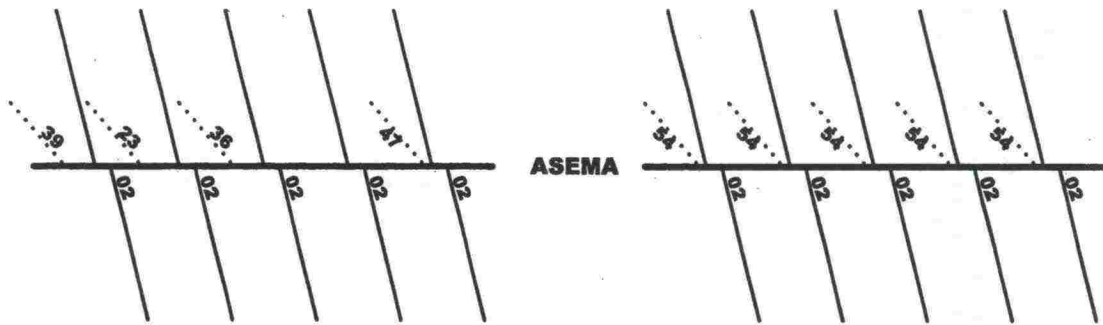
Joukkoliikenteen palvelutaso voidaan määritellä kolmella erilaisella tasolla, joita paranevassa järjestyksessä ovat perustaso, tavoitetaso ja kilpailutaso. Kolmitasoinen palvelutasomäärittely on muodostettu paikallisen joukkoliikenteen arvioinnille, mutta sitä voidaan käyttää myös valtakunnallisen joukkoliikenteen arviointiin. Perustaso tarkoittaa joukkoliikenteen sellaista palvelutasoa, jolla tyydytetään autottomien asukkaiden perusliikkumistarpeet ja yhdyskunnan toimintojen sijoittumisesta johtuvat liikkumistarpeet. Tavoitetasolla asukkaille tarjotaan joukkoliikenteen palveluja erikseen määriteltyjen kaupunkikohtaisten tavoitteiden mukaisina. Joukkoliikenteen kilpailutasolla tarkoitetaan palvelutasoa, jolla joukkoliikenteen palvelut pyritään määrittelemään henkilöauton kanssa kilpailukykyiselle tasolle. Kilpailutason tavoitteena on tasavertaisen liikennejärjestelmän luominen. Palvelutason mittarina voidaan käyttää esimerkiksi kulkutapajakaumaa. (Ojala & Pursula s.63, Karasmaa 2000 s.40).

Vakioaikataulu, etenkin integroituna, pyrkii vastaamaan kilpailutason haasteeseen. Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä aikataulujen säännöllisyys ja järjestetyt vaihdot luovat matkustajalle lisäarvoa. Integroidun liikennejärjestelmän vaihtomahdollisuus junaliikenteen sisällä ja eri liikennemuotojen välillä mahdollistaa joukkoliikenteen palvelutason merkittävän paranemisen, jolloin se voi kilpailla henkilöautoliikenteen kanssa.

4.8 Vakioaikataulun soveltamisesimerkkejä Euroopasta

4.8.1 Sveitsi

Sveitsissä liikennettä kehitettiin perinteisesti teknisestä näkökulmasta. Kuvan 20 vasemman puolen ongelmatilanteen ratkaisun pohdinnat johtivat Sveitsissä vakioaikataulun käyttöönottoon vuonna 1982. Kuva 20 esittää aseman junaliikenteen graafista aikataulua. Kuvassa Intercityn liikenne on merkitty tasaisella viivalla ja Intercityn liityntäliikenne pisteviivalla. Intercityt lähtivät asemalta säännöllisesti kiinteän liikenteen mukaisesti kaksi minuuttia yli tasatunnin. Perinteisesti Intercityjen liityntäliikenne toimi epäsäännöllisesti, jolloin vaihtoaika Intercityyn saattoi olla pitkä. Odotusaikoja pyrittiin pienentämään ja lopulta päädyttiin vakioaikataulun mukaisen liikennejärjestelmän kehittämiseen ja sen käyttöönottoon. Oikeanpuoleisessa kuvassa myös syöttöliikenne toimii säännöllisesti. (Stähli 1990 s.1464-1466, Latscha 1982 s.439)



Kuva 20. Vakioaikataulun kehittämismotiivi Sveitsissä.

Sveitsissä nähtiin, että vakioaikataulu on helposti muistettavissa ja on matkustajalle houkuttelevampi kuin perinteinen järjestelmä. Vakioaikataulun mukaisen rautatieliikenteen markkinamahdollisuudet havaittiin huomattavasti paremmiksi kuin perinteisen sekaliikenteen. Vakioaikataulun mukaisen aikataulun tekeminen vei huomattavasti vähemmän aikaa kuin perinteisen ei-systemaattisen tai osittain systemaattisen aikataulun tekeminen. (Stähli 1990 s.1465-1467, Latscha 1982 s.439)

Perinteisesti aikataulun tekemisen taustalla käytettiin junien saavuttamia asemavälien ajoaikoja, joita pyrittiin mahdollisuuksien mukaan nopeuttamaan. Vakioaikataulun mukaisesti tarkastelun keskipiste siirtyi vuoroväliin ja solmupisteiden etäisyyksiin, mikä kertoi, millaiseen aikaan asemaväli on pystyttävä ajamaan. Rataverkolta etsittiin solmupisteitä, joiden vaihtoyhteydet kyettiin järjestämään. Ajoajan tuli olla vuorovälin puolikkaan kerrannainen. Tarkastelun tuloksena löydettiin asemavälejä, joiden välistä ajoaikaa oli lyhennettävä. Kehittämisinvestoinnit voitiin siis kohdistaa. (Stähli 1990 s.1466-1468)

Sveitsissä tärkeä tavaraliikenne sovitetaan henkilöliikenteen vakioaikatauluun siten, että myös tavaraliikenteen aikatauluviivat toistuvat säännöllisesti samanlaisina. Tavaraliikenteen aikatauluja ei soviteta vakioaikatauluun järjestelmän, vaan ratakapasiteetin paremman hyödyntämisen vuoksi. Jos tavara- ja henkilöliikenteellä olisi erilaiset järjestelmät, aiheutuisi päällekkäisyyksistä vaikeuksia ja kapasiteettihäviöitä. (Stähli 1990 s.1467, Latscha 1982 s.441-442)

Nykyään kehittämisen keskipiste on ensisijaisesti konseptin ja tarjonnan määrittelemisessä. Rautatiesektorin ja eri tahojen välillä käytävän kehittämiskeskustelun kohteena ovat solmupisteiden väliset matka-ajat ja niiden tavoitteet. Kallistuvakorisia junia

käytetään kaarteisilla rataosuuksilla, jolloin kalistuvakorisuudesta saadaan täysi hyöty. (Pellandini 2001f)

4.8.2 Saksa

Saksassa, toisin kuin Sveitsissä, vakioaikataulun käyttöönoton keskustelu alkoi paikallisliikenteestä. Taustalla oli Länsi-Saksan sodan jälkeisten ratainvestointien kohdistuminen lähes ainoastaan pääradoille ja ruuhka-alueille, joilla liikennöintiin oli jo pitkään käytetty vakioaikataulua muistuttavaa säännöllisen liikenteen kiinteää aikataulua. Lähiliikennettä ei sen sijaan kehitetty, vaan monia osuuksia ja asemia suljettiin. Itä-Saksassa tilanne oli samankaltainen. 1970-luvulla investointiohjelma pysäytettiin öljykriisin seurauksena, jolloin myös lähiliikenteen modernisointi jäi toteuttamatta rahapulan vuoksi. (Schulz 1994 s.277)

Kooltaan Sveitsiin rinnastettavat liittovaltiot tekivät ensimmäiset aloitteet vakioaikataulun käyttöönottamiseksi. Tavoitteena oli lähiliikenteen modernisoinnin ja rationalisoinnin tarpeen tyydyttäminen. Sveitsissä vakioaikataulu otettiin käyttöön 1980-luvulla, jonka jälkeen Saksassa alkoi pohdinta, voitaisiinko sitä käyttää myös Saksassa. Kolme etelä- ja lounaissaksalaista liittovaltiota, Deutsche Bahn (DB), Saksan liikenneministeriö ja saksalainen Verkehrsforum pohtivat vakioaikataulun käyttömahdollisuuksia laajan markkinointitutkimuksen perusteella. Tulokset olivat niin positiivisia, että ensimmäiset projektit kokeilualueilla voitiin toteuttaa. (ibid 1994 s.277)

Suunnitteluvaiheessa pelättiin, että uusi järjestelmä olisi altis myöhästymisille, jotka aiheuttavat järjestelmässä suuria kerrannaisvaikutuksia. Käytäntö osoitti kuitenkin päinvastaista: junat kulkivat yli 99 %:n täsmällisyydellä eli järjestelmä oli erittäin täsmällinen. Matkustajamäärien suuria kasvuja havaittiin kaikilla asemilla, joilla oli tunnin vuoroväli. Kahden tunnin vuorovälin asemilla matkustajamäärät sen sijaan vähenivät. Pääteltiin, että lähijunien vuorovälin tulee olla enintään tunti, jos halutaan olla kilpailukykyisiä tieliikenteeseen nähden. (ibid 1994 s.278-280)

Saksassa on käytössä kolme erilaista tasoa siirryttäessä perinteisestä järjestelmästä vakioaikatauluun. Esitasolla vakioaikataulu pyritään ottamaan käyttöön ilman merkittäviä investointeja. Tällöin yritetään selvittää olemassa olevalla infrastruktuurilla ja kalustolla ilman huomattavia investointeja. Pienet investoinnit voivat kohdistua esim.

molempiin suuntiin liikkuvaan kalustoon, opastimiin tai infrastruktuurin kehittämiseen. Lisäksi voidaan sallia, että junat ajavat eri suunnista yhtä aikaa asemalle. Esitasoa käytetään sellaisilla alueilla, joilla olemassa olevat ajoajat mahdollistavat vakioaikataulun käytön. Välitasolla voidaan investointeja käyttää kohdistettuina ajoajan lyhentämiseen. Investoinnit kohdistuvat uusiin nopeampiin juniin, kallistuvakorisiin juniin, ratakapasiteetin pullonkaulojen poistamiseen tai sähköistyksen lisärakentamiseen. Lopullinen taso tarkoittaa sellaista vakioaikataulun mukaista liikennettä, joka ei vaadi enää uusia investointeja. (ibid 1994 s.282-284)

- *Vakioaikataulu on kvalitatiivinen lähestymistapa liikenteen ja infrastruktuurin kehittämiseen.*
- *Vakioaikataulun mukainen liikenne on säännöllistä ja symmetristä.*
- *Solmupisteet ja järjestetyt vaihdot luovat rautatieliikenteen yhteyksistä mat-riisijärjestelmän.*
- *Järjestettyjen vaihtojen solmupisteiden välinen matka-aika on vuorovälin puolik-kaan kerrannainen.*
- *Integroitu vakioaikataulu tarkoittaa, että rautatieliikenteen vakioaikataulua ja muiden liikennemuotojen aikatauluja on synkronoitu keskenään.*

5 VAKIOAIKATAULUN SOVELTAMINEN SUOMEEN

5.1 Soveltamisen rajoitteet

Pieni kysyntä ja yksiraiteisten ratojen pitkät kohtaustaikkavälit rajoittavat vakioaikataulun soveltamista samanlaisena koko rataverkolle. Kysyntä pienenee siirryttäessä rataverkolla Tampereen pohjois- ja itäpuolelle sekä Kouvolan itäpuolelle. Tällä hetkellä Helsingistä Ouluun kulkee yhteen suuntaan keskimäärin 8 junaa päivässä, kun Helsingistä Tampereelle kulkee 26 junaa (VR 2001b). Vuoden 2000 henkilöliikenteen matkoista Suomen rataverkolla on kuva liitteessä 2.

Matkustajien kysyntä ja matka-ajan pituus määräävät tarjonnan suuruuden. Suuren kysynnän ja liikennetiheyden alueella vakioaikataulun mukaista liikennettä on mahdollista soveltaa, koska suurehko säännöllisen liikennöinnin mahdollistava kysyntä on olemassa. Vakioaikataulun antama lisäarvo pienenee, kun vuoroväli pidentyy vähäliikenteisemmällä rataosuuksilla.

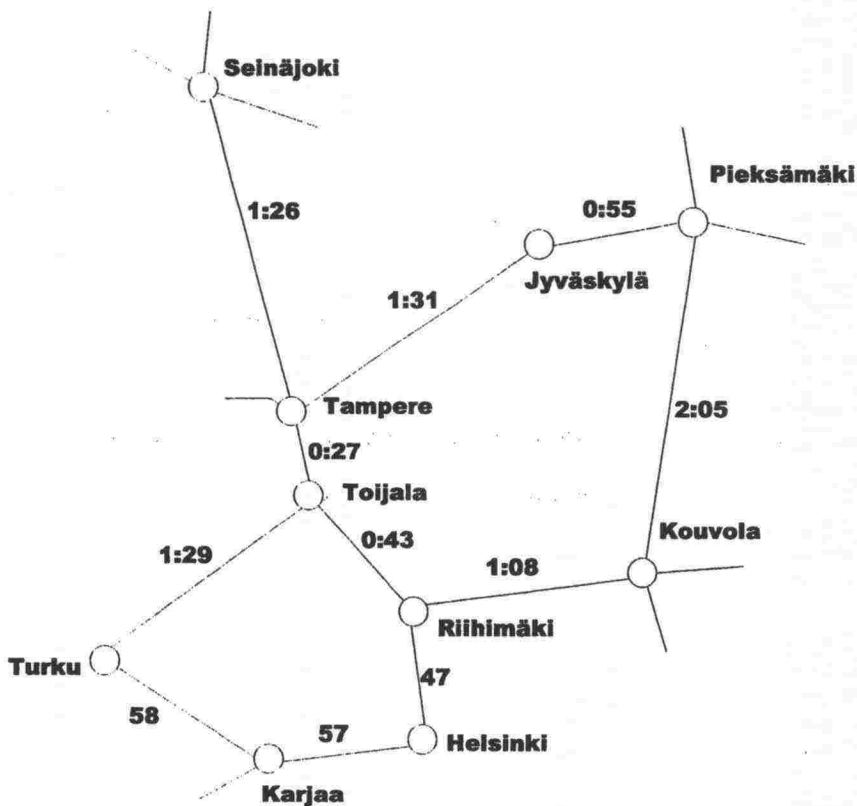
Suomessa vakioaikataulun kurinalainen soveltamisalue suurehkoilla liikennetiheydellä rajoittuu Helsingistä Tampereelle, Turkuun ja Kouvolaan. Alue kattaa noin puolet koko Suomen kaukoliikenteen junamatkoista. Soveltamisalueen ulkopuoliselle rataverkolle voidaan vakioaikataulua soveltaa mahdollisuuksien mukaan. Vakioaikataulun kurinalaisen noudattamisen mahdollisuus vähenee liikenteen määrän pienentyessä.

Suomen rataverkon yksiraiteisten rataosuuksien pitkät kohtaustaikkavälit vaikeuttavat vakioaikataulun sovittamista, koska henkilö- ja tavaraliikenteen sovittaminen vaatii joustokykyä. Yksiraiteisella radalla vakioaikataulun mukaisen symmetrisen liikenteen junakohtaamisten järjestäminen voi tuottaa vaikeuksia. Lisäksi yksiraiteisella radalla junakohtaamiset voivat aiheuttaa poikkeamaa symmetrisestä liikenteestä. Kaksiraiteisella radalla nämä ongelmat eivät ole yhtä merkittäviä.

Vakioaikataulua voidaan soveltaa, vaikka liikennettä ei olisikaan joka tunti. Tällöin vuorovälinä voi olla esimerkiksi kolme tuntia. Junat lähtisivät ja saapuisivat vakiominuutilla kolmen tunnin välein ja junakohtauksia olisi puolentoista tunnin välein.

5.2 Nykyverkon välimatkat

Kuva 21 esittää Etelä-Suomen rataverkon suurimpien asemien välisiä matka-aikoja kesäkuun 2001 aikataulun (VR 2001b) mukaan. Kuvassa esitetyt matka-ajan pituudet ovat Intercityjen matka-aikojen keskiarvoja. Matka-ajat sisältävät pysähdykset väliasemilla. Aikataulussa saman luokan junien matka-ajoissa on eroja. Esimerkiksi Tampere–Toijala-rataosalla Intercityjen matka-ajat vaihtelevat 23 ja 28 minuutin välillä, vaikka ne pysähtyvät samoilla asemilla.



Kuva 21. Nykyverkon välimatkat.

Suomessa symmetriaminuuttien vuorovälinä käytetään yhtä tuntia. Tarkasteltaessa rataverkon nykyisiä matka-aikoja havaitaan, että asemien väliset matka-ajat ovat lähellä tavoite-etäisyyksiä eli matka-aika on noin puoli tuntia tai sen kerrannainen (tunti, puolitoista tai kaksi tuntia). Ajoajan pysähdysasemien välillä tulisi olla hieman pienempi kuin solmupisteiden tavoite-etäisyyden, jotta juna ehtisi pysähtyä.

5.3 Nykyjärjestelmästä kohti vakioaikataulua

5.3.1 Nykyisten ajoaikojen sopivuus vakioaikatauluun

Kuvasta 21 nähdään, että vakioaikataulun mukaisen järjestelmän kannalta oikeansuuruisia ajoaikoja on rataosuuksilla Helsinki–Riihimäki, Tampere–Toijala, Turku–Toijala, Turku–Karjaa, Karjaa–Helsinki, Tampere–Seinäjoki ja Jyväskylä–Pieksämäki. Lisäksi vain pieni tavoite-etäisyyden ylitys on rataosuuksilla Riihimäki–Kouvola ja Tampere–Jyväskylä. Muutamien minuuttien ajoajan pienentäminen on mahdollista mainituilla rataosuuksilla kiristämällä aikataulua eli pienentämällä pelivaraa.

Etelä-Suomen solmupisteiden etäisyydet ja nykyiset ajoajat sopivat kohtuullisen hyvin jo sellaisinaan sovellettavaksi vakioaikataulun mukaiseen järjestelmään. Nykyverkon välimatkojen sovittamisessa vakioaikataulun mukaiseen liikennejärjestelmään ainoa ongelmallinen ajoaika on Riihimäen ja Toijalan välillä, joka on 43 minuuttia. Yhtenä järjestelmän tärkeimmistä solmuista toimii Tampere, josta Toijala on 27 minuutin ajomatkan etäisyydellä, minkä perusteella Toijala voi toimia solmupisteenä. Riihimäen ja Toijalan ajoaikaa ei voida lyhentää alle puoleen tuntiin, joten ajoaikaa pitäisi pidentää noin 15 minuutilla lähelle tuntia, jotta Riihimäki voisi toimia solmupisteenä. Intercityn ajoaika Helsingistä Toijalaan on tunti ja 33 minuuttia, mikä on lähellä tavoiteltua ajoaikaa. Näiden seikkojen perusteella Riihimäki ei järjestelmän kannalta voi toimia symmetriaminuutilla järjestettyjen vaihtojen solmupisteenä. Riihimäki toimii kahden eri suunnan täsmällisyyden varmistavana risteysasemana.

5.3.2 Rataverkon solmupisteet

Jatkoyhteydet määrittävät liikenteen solmupisteet. Jatkoyhteys voi olla toinen juna tai liityntäliikennettä, joka voidaan tehdä kävellessä, pyörällä, henkilöautolla tai julkisilla liikennevälineillä. Kaikissa solmupisteissä on liityntäliikennettä. Solmupisteet voidaan jaotella erilaisten junaliikenteen jatkoyhteyksien perusteella kolmeen erilaiseen ryhmään:

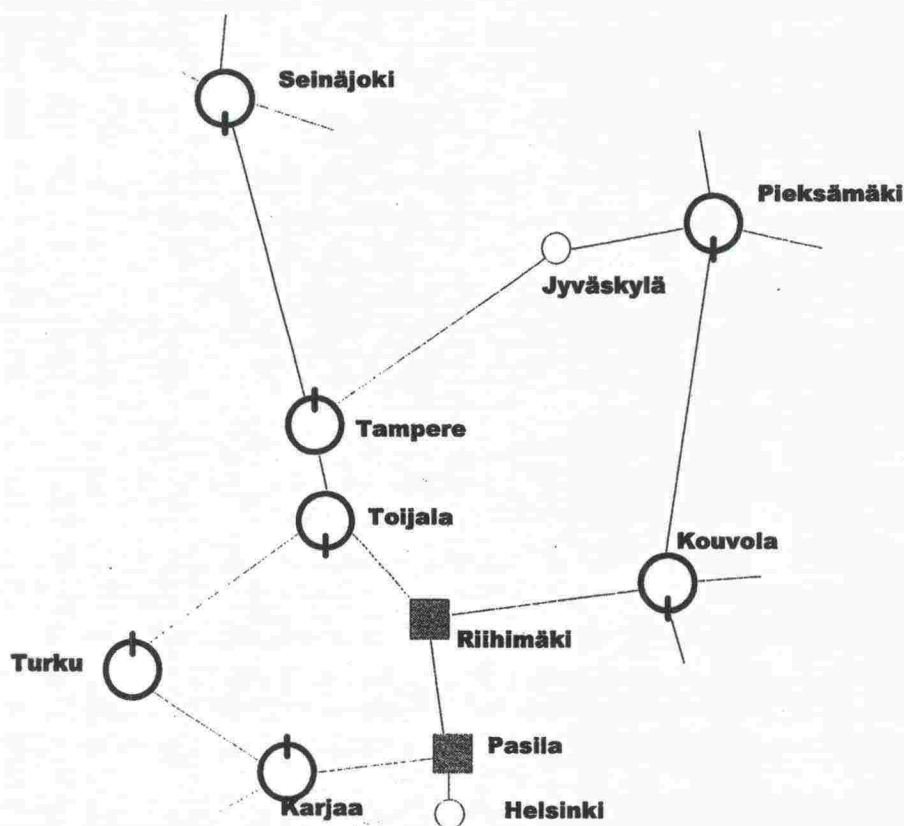
- risteysasema, jossa on järjestetty junanvaihtomahdollisuus (tasatunti- tai puolituntisolmu)
- risteysasema, jossa ei ole järjestettyä junanvaihtomahdollisuutta
- asema, jossa ei ole risteävää junaliikennettä.

Järjestettyjen vaihtojen solmupisteiden määrittelyn taustalla liikennejärjestelmän ydinsolmupisteinä voi toimia periaatteessa mikä tahansa asema. Kun eri solmupisteet toimivat ydinsolmupisteinä, muodostuu erilaisia mahdollisia järjestelmiä (solmupisteiden joukkoja), joissa olisi järjestetty vaihtomahdollisuus. Mahdollisten järjestelmien joukosta pyritään löytämään optimaalinen vaihtoehto kaupallisesti potentiaalisten asemien muodostamista joukoista.

Vakioaikataulun mukaisen järjestelmän kannalta solmupisteiden, jossa on järjestetty vaihtomahdollisuus, tulee olla symmetriaminuuttien vuorovälin puolikkaan kerrannaisen etäisyydellä muista solmupisteistä. Järjestetyn junavaihdon solmupisteiden etäisyys muista solmupisteistä määrittelee, toimiiko solmupiste tasatunti- vai puolituntisolmuna.

Suomen vakioaikataulujärjestelmän tasatuntisolmuja¹ ovat Tampere, Karjaa ja Turku, jotka on merkitty tasatuntikelloilla kuvassa 22. Puolituntisolmuja ovat Seinäjoki, Piekämäki, Toijala ja Kouvola (puolituntikellot). Mainitut junaliikenteen asemat on valittu järjestettyjen vaihtojen solmupisteiksi matka-aikojen yhteensopivuuden vuoksi. Riihimäki ja Pasila ovat solmupisteitä (neliöt), joissa on järjestämätön junanvaihtomahdollisuus.

¹Järjestelmä voisi toimia myös siten, että mainitut tasatuntisolmut toimisivat puolituntisolmuina ja päinvastoin.



Kuva 22. Etelä-Suomen rataverkon solmupisteet.

Tamperetta voidaan pitää järjestelmän ytimenä. Tampere toimii keskeisenä tasatuntisolmuna, josta on mahdollista lähteä joinakin tunteina neljään eri suuntaan. Tampereella kohtaavat etelän Helsingin ja Turun suunnan liikenne, pohjoinen (Seinäjoki, Oulu), itäinen (Jyväskylä, Pieksämäki) ja läntinen (Pori) liikenne. Tampereella pyritään järjestämään etelä-pohjoissuuntaisen ja itä-länsisuuntaisen liikenteen vaihtomahdollisuus.

Turussa järjestetään vaihtomahdollisuus Toijalan ja Karjaan suuntien liikenteen välille. Tällöin Salosta Toijalan pohjoispuolelle matkustavien ei tarvitse kiertää Helsingin kautta vaan he voivat järjestetyllä vaihdolla matkustaa pohjoiseen Turun ja Toijalan kautta.

Karjaa toimii Helsingin ja Turun liikenteen välisenä solmupisteenä. Matka-aika Helsingin ja Turun välillä on noin kaksi tuntia, joten vakioaikataulussa kahden tunnin vuorovälillä molemmilta asemilta samaan aikaan lähtevillä junilla junakohtaus tapahtuu Karjaalla. Karjaalla järjestetään vaihtomahdollisuus Turun ja Helsingin suuntien liikenteen ja Hangon liikenteen välillä.

Kouvolassa tavoitteena on järjestää vaihtomahdollisuus itä-länsisuuntaisen ja etelä-pohjoissuuntaisen liikenteen välillä. Kouvolasta on yhteys pohjoiseen Mikkeliin ja Pieksämäelle ja edelleen Kuopioon, Iisalmeen ja Kontiomäelle. Henkilöliikenteen eteläinen yhteys Kouvolasta on Kotkaan. Itä-länsisuuntainen liikenteen merkittäviä asemia ovat Joensuu, Parikkala, Lappeenranta sekä Lahti ja Riihimäki. Kouvola toimii puolituntisolmuna.

Pieksämäeltä on yhteydet kaikkiin ilmansuuntiin, joiden välillä vaihtomahdollisuutta pyritään järjestämään. Etelässä ovat Kouvola ja Mikkeli, Pohjoisessa Kuopio ja Iisalmi, josta on yhteydet Kontiomäelle sekä Haapajärvelle ja Ylivieskaan. Kouvolasta itäinen yhteys kulkee Joensuuhun ja läntinen Jyväskylään ja Tampereelle.

Seinäjoella vaihtomahdollisuus järjestetään mahdollisuuksien mukaan eri suuntien liikenteiden välille. Seinäjoelta on etelään yhteys Tampereelle ja Helsinkiin, pohjoiseen Kokkolaan, Ylivieskaan ja Ouluun, länteen Vaasaan sekä itään Haapamäelle, josta Jyväskylään ja Orivedelle.

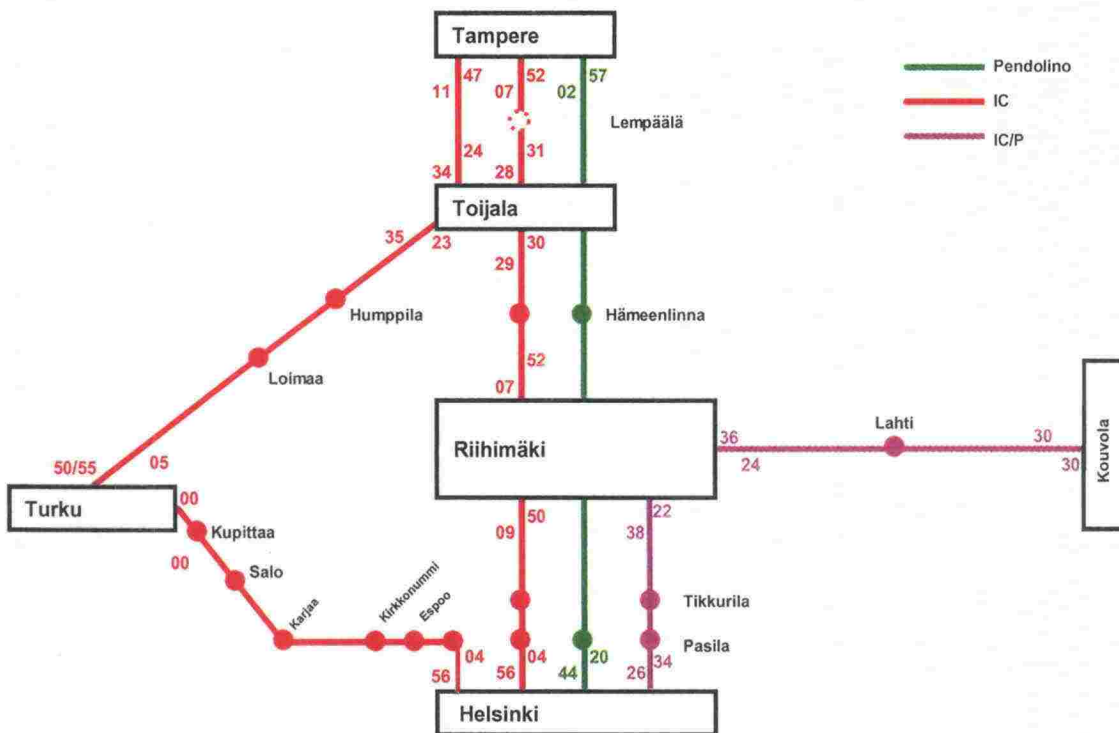
Toijalassa vaihtojen järjestämistarvetta pohjoiseen Tampereen suuntaan ei ole, koska sekä Helsingistä että Turusta tulevat jatkavat Tampereelle. Toijalassa vaihtojen järjestämistarve on vain Helsingin ja Turun suuntien liikenteille. Toijala on järjestelmässä puolituntisolmu.

Helsingistä Riihimäen kautta Kouvolaan kulkeva liikenne voi kulkea vakioaikataulun mukaisesti. Riihimäki ei sijaitse symmetriaminuuttien vuorovälin puolikkaan kerrannaisen etäisyydellä muista solmupisteistä, joten siellä ei ole mahdollista järjestää vakioaikataulun mukaisia vaihtoja. Kuitenkin pohjoisesta Riihimäen kautta Kouvolaan matkustavilla vaihtomahdollisuus Riihimäellä on toimiva.

Helsinkiä ei oikeastaan voida pitää tyypillisenä solmupisteinä, koska siellä ei ole juurikaan tarvetta kaukoliikenteen järjestettyihin vaihtoihin. Lisäksi liityntäliikenteen jatkoyhteyksien määrä on hyvin suuri, jolloin jatkoyhteyksien keskittäminen ja aika-
taulujen synkronointi ei ole enää tarpeellista. Helsingissä matkakeskusta ei voida toteuttaa yhteisenä terminaalina, vaan se toteutetaan erillisten asemien yhteistyöllä (LVM 2001b). (Hovi 2001)

5.4 VALI-suunnitelman mukainen aikataulujärjestelmä¹

VR Osakeyhtiön VR Henkilöliikenne on käynnistänyt suunnittelutyön, jonka päämääränä on ollut kehittää tulevia tarpeita paremmin tyydyttävä ja käytettäviä resursseja tehokkaammin hyödyntävä aikataulu. Kuva 23 (lähde: Hovi) esittää Etelä-Suomeen sovitetun vakioaikataulun mukaisen liikennejärjestelmän, josta käytetään nimeä VALI-suunnitelma².



Kuva 23. VALI-suunnitelma 160 km/h:n nopeusrajoituksella.

VALI-suunnitelmassa vakioaikataulua noudatetaan kurinalaisimmin Helsingin, Turun ja Tampereen välillä sekä Helsingin ja Kouvolan välillä. Muualla Suomessa rautatieliikenne noudattaa vakioaikataulua vain mahdollisuuksien mukaan. Uudessa aikataulusuunnitelmassa matka-aikojen hajonta pyritään pitämään samassa junaluokassa pienenä. Tämä tarkoittaa, että esim. Intercityt ja pikajunat voivat liikennöidä samanlaisella aikataululla. VALI-suunnitelma sisältää vain pienen junatarjonnan lisäämisen. Lisäksi saman junatyypin pysähdyskäyttäytyminen vakioidaan eli saman tyypin junat pysähtyvät aina samoilla asemilla.

¹Suunnitelman version 7.6.2001 mukainen.

²Valtakunnallinen liikennejärjestelmä.

5.4.1 Helsinki–Tampere

Taulukossa 5 on esitetty VALI-suunnitelman mukainen aamuliikenteen aikataulu Helsingistä Tampereelle. Intercityjen tai pikajunien vuoroväli on tunti kello 6:n ja 22:n välillä ja niiden pysähdysasemia ovat Pasila, Tikkurila, Riihimäki, Hämeenlinna ja Toijala. Pendolinot liikennöivät kysytyimpinä tunteina. Päivittäin on viisi Pendolino-yhteyttä molempiin suuntiin. Pendolinot pysähtyvät Pasilassa ja Hämeenlinnassa. Taulukossa vihreä väri ja junatyyppi S220 tarkoittaa Pendolinoa, punainen väri ja junatyyppi IC tai IC2 tarkoittavat Intercityä ja musta väri taajamajunaa.

Taulukko 5. Helsinki–Tampere-rataosan aikataulu.

HELSINKI - TAMPERE													
		S 220		IC		S 220		IC		IC			
Helsinki		5:20	5:48	6:04	6:20	6:12	6:48	7:04	7:48	8:04	8:48	9:04	9:12
Pasila		5:27	5:53	6:11	6:27	6:17	6:53	7:11	7:53	8:11	8:53	9:11	9:17
Tikkurila			6:02	6:21		6:26	7:02	7:21	8:02	8:21	9:02	9:21	9:26
Kerava			6:11			6:35	7:11		8:11		9:11		9:35
Järvenpää			6:18			6:41	7:18		8:18		9:18		9:41
Jokela			6:29			6:53	7:29		8:29		9:29		9:49
Hyvinkää			6:37			7:01	7:37		8:37		9:37		9:57
Riihimäki	o		6:46	6:50		7:10	7:46	7:50	8:46	8:50	9:46	9:50	10:06
Riihimäki				6:52		7:15		7:52		8:52		9:52	10:15
Ryttylä						7:22							10:22
Turenki						7:30							10:30
Hämeenlinna	o	6:18		7:09	7:18	7:39		8:09		9:09		10:09	10:39
Hämeenlinna		6:20		7:11	7:20	7:40		8:11		9:11		10:11	10:40
Parola						7:46							10:46
Iittala						7:54							10:54
Toijala	o			7:30		8:05		8:30		9:30		10:30	11:05
Toijala				7:31		8:06		8:31		9:31		10:31	11:06
Viiala						8:11							11:11
Lempäälä						8:19				9:41			11:19
Tampere	o	6:57		7:52	7:57	8:32		8:52		9:52		10:52	11:32

Aikataulusta nähdään, että junaliikenteen lähtöminuutit ja aikataulut ovat samanlaiset saman luokan junilla. Aikataulun säännöllisyydessä on käytännön syistä poikkeuksia. Esimerkiksi Helsingistä 6:12 lähtevä taajamajuna ajaa Järvenpään ja Riihimäen välin muista poikkeavalla aikataululla, koska sen jälkeen lähtevä Pendolino tekee Järvenpään ja Jokelan välissä ohituksen, jossa taajamajuna jää neljä minuuttia tavanomaista aikatauluun jälkeen. Intercityt lähtevät Helsingistä 4 minuuttia, Pendolinot 20 minuuttia yli tasatunnin. Helsingistä Tampereelle saakka liikennöivä taajamajuna lähtee 12 minuuttia yli tasatunnin. Intercityt ja Pendolinot saapuvat liikenteen solmupisteeksi toimivalle Tampereelle hieman ennen tasatuntia.

Intercity lähtee Helsingistä pohjoiseen neljä minuuttia yli tasatunnin, saapuu 46 minuutin kuluttua Riihimäelle, josta se lähtee 52 minuuttia yli tasatunnin. 17 minuutin kuluttua juna pysähtyy Hämeenlinnassa yhdeksän minuuttia yli tasatunnin ja jatkaa matkaa kahden minuutin kuluttua. Juna saapuu Toijalaan 1 tunti 26 minuuttia lähdön jälkeen 30 minuuttia yli tasatunnin. Juna lähtee Toijalasta 31 minuuttia yli ja saapuu Tampereelle 52 minuuttia yli tasatunnin.

Pendolino lähtee Helsingistä pohjoiseen 20 minuuttia yli tasatunnin ja se pysähtyy Pasilan jälkeen Hämeenlinnassa 58 minuuttia lähdön jälkeen eli 18 minuuttia yli tasatunnin. Kahden minuutin kuluttua juna jatkaa matkaansa kohti Tamperetta, jonne se saapuu kolmea minuuttia vaille tasatunnin. Pendolino lähtee Helsingistä 16 minuuttia Intercityn jälkeen ja saavuttaa matkan aikana Intercityä. Pendolino on tällä aikataululla Helsingin ja Tampereen välillä 11 minuuttia Intercityä nopeampi.

Tampereelta junat eivät lähde Helsinkiin tarkalleen kellon symmetrian mukaisesti, vaan lähdöissä on minuutin eroavuudet. Poikkeama symmetriaan on kuitenkin lähes kosmeettinen. Esimerkiksi poikkeama Pendolinojen aikataulujen symmetriassa johtuu mm. Järvenpään kohdalla olevasta infrastruktuurista. Käytössä on kolme raidetta, jolloin ohitusmahdollisuus poikkeaa eri suuntiin liikennöitäessä.

Kuvasta 23 nähdään, että Intercityt lähtevät seitsemän minuuttia ja Pendolinot kaksi minuuttia yli tasatunnin. Pendolinot saapuvat Helsinkiin 16 minuuttia vaille tasatunnin. Intercityt saapuvat Helsinkiin neljä minuuttia vaille tasatunnin. Taajamajunat lähtevät Tampereelta 28 minuuttia yli tasatunnin ja saapuvat Helsinkiin 2 tunnin ja 20 minuutin kuluttua 12 minuuttia vaille tasatunnin.

VALI-suunnitelmassa on oletettu, että Helsingin ja Tampereen välillä nopeusrajoitus pysyy 160 km/h:ssa. Helsingin ja Tampereen välillä nopeudennosto valmistunee vuonna 2003, jolloin rataosuudella voitaisiin ajaa nopeudella 200 km/h. Pendolino kykenisi hyödyntämään uutta nopeustasoa, jolloin VALI-suunnitelman aikataulu muuttuisi Pendolinojen osalta. Pendolinojen lähtö- ja tuloajat pysyisivät Tampereella samoina eli minuutteina 02 ja 57, koska Tampere on tärkeä solmupiste. Nopeutumisen vaikutus näkyisi Helsingissä. Pendolinon uusi lähtöaika olisi 30 minuuttia yli tasatunnin ja sen saapumisaika olisi sama eli 30 minuuttia yli tasatunnin. Tällaisella aikataululla Pendoli-

non ajoaika lyhentyisi kymmenen minuuttia 1 tunti 37 minuutista 1 tuntiin ja 27 minuuttiin.

5.4.2 Turku–Helsinki

Turun ja Helsingin välillä liikennöi Intercity, pikajuna tai Pendolino molempiin suuntiin tunnin välein kello 6:n ja 21:n välillä. Päivän aikana on neljä Pendolinovuoroa molempiin suuntiin. Helsingistä Turkuun liikennöivien junien aikataulu esitetään taulukossa 6 ja Turusta Helsinkiin taulukossa 7. Intercityjen ja pikajunien matka-aika on yleensä 1 tunti 56 minuuttia ja Pendolinojen 1 tunti 45 minuuttia.

Intercityt ja pikajunat lähtevät Helsingistä neljä minuuttia yli tasatunnin, niiden pysähdyspaikkoja ovat Pasila, Espoo, Kirkkonummi, Karjaa, Salo ja Kupittaa ja ne saapuvat Turkuun tasatunnilla (taulukko 6). Pendolinot lähtevät Helsingistä kahdeksan minuuttia yli tasatunnin ja ne saapuvat Turkuun seitsemän minuuttia vaille tasatunnin.

Taulukko 6. Helsinki–Turku-rataosan aikataulu.

HELSINKI - TURKU													
	IC	IC	S 220	P	IC	S 220	IC	IC	S 220	P	IC	S 220	IC
Helsinki	9:04	10:04	11:08	12:04	13:04	14:08	15:04	16:04	17:08	18:04	19:04	20:08	21:34
Pasila	9:11	10:11	11:15	12:11	13:11	14:15	15:11	16:11	17:15	18:11	19:11	20:15	21:41
Espoo	9:24	10:24	11:28	12:24	13:24	14:28	15:24	16:24	17:28	18:24	19:24	20:28	21:54
Kirkkonummi	9:36	10:36		12:36	13:36			16:36		18:36	19:36		22:06
Karjaa	10:03	11:03	12:01	13:03	14:03	15:01	16:03	17:03	18:01	19:03	20:03	21:01	22:33
Salo	10:30	11:30	12:24	13:30	14:34	15:24	16:30	17:34	18:24	19:30	20:34	21:24	23:00
Kupittaa	10:55	11:58	12:48	13:55	14:59	15:48	16:55	17:59	18:48	19:55	20:59	21:48	23:25
Turku	o 11:00	12:03	12:53	14:00	15:04	15:53	17:00	18:04	18:53	20:00	21:04	21:53	23:30

Intercityt ja pikajunat lähtevät Turusta tasatunnein ja ne saapuvat Helsinkiin neljä minuuttia vaille tasatunnin (taulukko 7). Pendolinot Turusta lähtevät kahdeksan minuuttia yli tasatunnin ja ne saapuvat Helsinkiin seitsemän minuuttia vaille tasatunnin.

Taulukko 7. Turku–Helsinki-rataosan aikataulu.

TURKU - HELSINKI													
	S 220	P	IC	IC	IC	IC	S 220	P	IC	S 220	IC	P	S 220
Turku	7:40	8:52	10:00	11:00	11:54	13:00	14:06	14:54	16:00	17:06	17:54	19:00	20:06
Kupittaa	7:46	8:58	10:06	11:06	12:00	13:06	14:11	15:00	16:06	17:11	18:00	19:06	20:11
Salo	8:11	9:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:36	15:32	16:32	17:36	18:32	19:32	20:36
Karjaa	8:34	9:59	10:59	11:59	12:59	13:59	14:59	15:59	16:59	17:59	18:59	19:59	20:59
Kirkkonummi		10:25	11:25	12:25	13:25	14:25		16:25	17:25		19:25	20:25	
Espoo	9:07	10:38	11:38	12:38	13:38	14:38	15:32	16:38	17:38	18:32	19:38	20:38	21:32
Pasila	9:20	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:45	16:51	17:51	18:45	19:51	20:51	21:45
Helsinki	o 9:25	10:56	11:56	12:56	13:56	14:56	15:50	16:56	17:56	18:50	19:56	20:56	21:50

Helsingin ja Turun välisessä liikenteessä on melko paljon epäsäännöllisyyttä, vaikka tavoitteena on ollut vakioaikataulun mukainen liikennejärjestelmä. Epäsäännöllisyys johtuu Pendolinojen nopeammasta ajoajasta, mikä pakottaa muutoksiin muun liikenteen aikatauluissa. Helsingistä neljä minuuttia yli lähtevä juna odottaa Salossa neljä minuuttia Turun suunnalta tulevaa Pendolinoa. Esimerkiksi Helsingistä 13:04 lähtevä Intercity odottaa Turusta 14:05 lähtevää Pendolinoa, minkä voi nähdä taulukoista 6 ja 7. Vastavasti Turusta lähtevät Intercityt ja pikajunat lähtevät 6 minuuttia säännöllistä liikennettä aikaisemmin ja ajavat Kupittaaan ja Salon välillä kohtauspaikalle odottamaan Helsingistä tulevaa Pendolinoa. Esimerkiksi Helsingistä 14:08 lähtevä Pendolino kohtaa Paimiossa sivuraiteelle ajaneen pikajunan, joka on lähtenyt Turusta 14:54.

5.4.3 Turku–Tampere

Turun ja Tampereen välillä liikkuu Intercityjä ja pikajunia, joiden lähtöminuutti Turusta on viisi minuuttia yli tasatunnin. Junat pysähtyvät Loimaalla, Humppilassa ja Toijalassa ja ne saapuvat Tampereelle 13 minuuttia vaille tasatunnin. Tampereelta junat lähtevät 11 minuuttia yli tasatunnin ja ne saapuvat Turkuun kymmentä tai viittä vaille tasatunnin.

5.4.4 Vaihtomahdollisuudet solmupisteissä

Tampere

Tampere on järjestelmässä keskeinen tasatuntisolmu. Helsingistä Tampereelle tulevat Intercityt ja pikajunat saapuvat kahdeksan minuuttia vaille ja ne jatkavat pohjoiseen Seinäjoelle kaksi minuuttia yli tasatunnin. Pohjoisesta Seinäjoen kautta tuleva liikenne tulee Tampereelle kahta minuuttia vaille tasatunnin. Pendolinot saapuvat Helsingistä kolme minuuttia vaille tasatunnin. Turusta Toijalan kautta tulevat junat saapuvat Tampereelle 13 minuuttia vaille tasatunnin ja Toijalan kautta Turun suuntaan junat lähtevät 11 minuuttia yli tasatunnin.

Tampereelta Poriin Intercityt tai pikajunat lähtevät neljä tai 14 minuuttia yli tasatunnin. Porista tuleva liikenne saapuu Tampereelle neljä tai 14 minuuttia vaille tasatunnin. Jyväskylän suunnalta tulevat Intercityt, pikajunat ja Pendolinot saapuvat Tampereelle

pääsääntöisesti kuutta minuuttia vaille tasatunnin. Jyväskylään junat lähtevät kuusi minuuttia yli tasatunnin.

Turku

Toijalan suunnalta tuleva liikenne on Turussa kymmentä tai viittä minuuttia vaille tasatunnin. Turusta Intercityt ja pikajunat lähtevät tasatuntina ja Pendolinot viisi minuuttia yli tasatunnin, joten vaihtoyhteys on järjestetty. Vastaavasti Helsingin suunnalta tulevat Intercityt ja pikajunat tasatunneilla Turkuun. Pendolinojen saapumisaika on seitsemän minuuttia vaille tasatunnin. Turusta junat lähtevät kohti Toijalaa viisi minuuttia yli tasatunnin, jolloin vaihto on järjestetty.

Toijala

Toijalassa vaihtojen järjestämistarve on vain Helsingin ja Turun suuntien liikenteiden välillä, koska Helsingistä ja Turusta tulevat jatkavat Tampereelle, joten vaihtojen järjestämistarvetta pohjoiseen Tampereen suuntaan ei ole. Turun suunnalta junat saapuvat Toijalaan 23 minuuttia yli tasatunnin, jonka vaihtoyhteys Toijalasta etelään lähtee 29 minuuttia yli tasatunnin. Helsingin suunnalta saapuvat Intercityt ja pikajunat pysähtyvät Toijalassa 30 minuuttia yli tasatunnin. Vaihtoyhteys Turun suuntaan lähtee 35 minuuttia yli tasatunnin.

Riihimäki

Riihimäellä vaihtoja ei tarvitse järjestää etelään Helsingin suuntaan, koska pohjoisesta Tampereen suunnalta ja idästä Kouvolan suunnalta tulevat junat jatkavat Helsinkiin. Helsingistä on suora junayhteys Kouvolaan, joten etelän ja idän suuntien välillä ei ole vaihtojen järjestämistarvetta. Pohjoisesta Tampereen suunnalta Intercityt ja pikajunat saapuvat Riihimäelle seitsemän minuuttia yli tasatunnin. Jatkoyhteys Kouvolan suuntaan lähtee 24 minuuttia yli tasatunnin, jolloin vaihtoajaksi muodostuu 17 minuuttia. Kouvolan suunnalta Helsinkiin jatkava juna saapuu Riihimäelle 36 minuuttia yli tasatunnin ja sen jatkoyhteys lähtee pohjoiseen Tampereen suuntaan kahdeksan minuuttia vaille tasatunnin, jolloin vaihtoajaksi muodostuu 16 minuuttia. Vaihtomahdollisuus Riihimäellä paranee selkeästi vuoden 2001 aikataulurakenteeseen verrattuna, vaikka

pohjoisen ja idän suuntien välisiä vaihtoja ei pidetä järjestelmän mukaisina järjestettyinä vaihtoina.

Uuden järjestelmän hyöty

Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä solmupisteiden vaihdot ovat järjestettyjä, jolloin vaihtoaika lyhenee. Esimerkkitapauksena on tarkasteltu Turusta Tampereen kautta pohjoiseen matkustavien vaihtoajan lyhenemistä. Turusta ja Tampereen kautta pohjoiseen, esim. Seinäjoelle, Kokkolaan tai Ouluun, kulkevalla yhteydellä ei ole yöjunia lukuun ottamatta suoraa junayhteyttä, jolloin kyseistä väliä matkustavien on vaihdettava juna Tampereella. Taulukko 8 esittää VR:n nykyisen aikataulun (VR 2001b) mukaiset matka-ajat Turusta Tampereelle ja vaihtoajat pohjoiseen lähteviin juniin. Nykyisen aikataulun vaihtoajan keskiarvo on noin 24 minuuttia.

Taulukko 8. Turku–Tampere–pohjoinen, nykyinen aikataulu.

Juna	Lähtö Turku	Tulo Tampere	Vaihtoaika [min]	Juna	Lähtö Tampere
IC 801	6:40	8:38	26	IC 49	9:04
P 807	9:30	11:35	32	P 51	12:07
P 809	12:45	14:45	19	P 53	15:04
IC 811	14:50	16:46	8	IC 57	17:55
P 815	16:55	18:58	34	IC 47	19:56
			ka. 23,8		

Taulukko 9 esittää VALI-aikataulusuunnitelman mukaisia matka-aikoja Turusta Tampereelle ja vaihtoajoja pohjoiseen lähteviin juniin. Taulukkoa tarkastelemalla voidaan havaita vakioaikataulun säännönmukaisuus junien lähtö- ja tuloajoissa. Uudessa suunnitellussa aikataulujärjestelmässä vaihtoaika on yhtä poikkeusta lukuun ottamatta aina 15 minuuttia, joka on 9 minuuttia vähemmän kuin nykyisessä aikataulussa.

Taulukko 9. Turku–Tampere–pohjoinen, VALI-aikataulusuunnitelma.

Juna	Lähtö Turku	Tulo Tampere	Vaihtoaika [min]	Juna	Lähtö Tampere
IC 805	7:05	8:47	15	IC 49	9:02
P 811	10:05	11:47	15	P 51	12:02
P 817	13:05	14:47	15	IC 53	15:02
IC2 821	15:05	16:47	13	IC 41/603	17:00
IC 855	16:05	17:47	15	IC 55	18:02
P 827	18:05	19:47	15	S220 57	20:02
			ka. 14,7		

Turusta Tampereen pohjoispuolelle pääradan varteen matkustavia on vuodessa noin 140000, joita vaihtoaajan lyhentäminen hyödyttää. Matkustajien aikaisempaan käyttäytymiseen perustuen voidaan olettaa, että vaihtoaajan lyheneminen vaikuttaa kysyntään positiivisesti.

5.5 VALI-suunnitelman seuraava askel

VALI-suunnitelma kohtaa uusia mahdollisuuksia vuonna 2006, jolloin Kerava–Lahti-oikorata on valmistunut sekä nopeudennostoja mahdollistavia investointeja on tehty. Jos vakioaikataulu on osoittautunut kannattavaksi, voidaan soveltamisaluetta laajentaa ja junatarjontaa lisätä.

VALI-suunnitelman seuraavassa vaihteessa vuonna 2006 voitaisiin vakioaikataulun soveltamisalue laajentaa Jyväskylään ja Seinäjoelle. Tampere–Jyväskylä-välin junatarjontaa voitaisiin kasvattaa VALI-suunnitelman kolmen tunnin vuorovälistä kahden tunnin vuoroväliin. Vastaavasti Seinäjoelle kolmen (neljän) tunnin vuoroväli voitaisiin tihentää kahden tunnin vuoroväliin. Kerava–Lahti-oikorata mahdollistaa liikenteen lisäämisen Kouvolan suuntaan. Tarjontaa voidaan kasvattaa kahden tunnin, taajama-junaliikenteessä jopa tunnin vuoroväliin. (Keränen 2001b)

Tampere–Seinäjoki-rataosalla suurin sallittu nopeus on 140 km/h, jolloin matka-aika Tampereelta Seinäjoelle on noin 1 tunti 30 minuuttia. Tämä tarkoittaa sitä, että Seinäjoki toimisi puolituntisolmuna. Jos liikennöintinopeutta nostettaisiin nopeuteen 160 km/h, nopeutuisi liikenne noin 15 minuuttia, jolloin junat olisivat Seinäjoella 15 minuuttia

tasatuntien yli. Liikennöinti nopeuden ollessa ainakin osalla matkaa 200 km/h, voisi rataosan kulkea tunnissa, jolloin Seinäjoesta tulisi tasatuntisolmu. Ilman nopeuden nostamista Pendolino voisi ajaa Seinäjoelle tunnissa ilman pysähtymistä Parkanossa. Toinen vaihtoehto olisi, että Seinäjoki toimisi venytettynä tasatuntisolmuna, mikä tarkoittaisi, että junakohtaus tapahtuisi tasatuntina kaksoisraiteella Seinäjoen eteläpuolella.

5.6 Muun liikenteen sovittaminen vakioaikatauluun

5.6.1 Pääkaupunkiseudun lähiliikenne

Pääkaupunkiseudun lähiliikenne tarkoittaa liikennettä, jonka päätepisteet Helsingistä lähdettäessä ovat Riihimäki, Vantaankoski ja Karjaa. Pääkaupunkiseudun lähiliikenne sisältää YTV-alueen sisäisen ja sen ulkopuolella olevan lähiliikenteen. Lähiliikenteen solmupisteitä, joissa on junanvaihtomahdollisuus, ovat Pasila ja Huopalahti. Lisäksi Tikkurila, Kerava ja Leppävaara ovat eräänlaisia solmupisteitä, joissa lähiliikenteen rata päättyy.

Tällä hetkellä lähiliikenteen ja henkilökaukoliikenteen aikataulut sovitetaan yhteen aikataulukausi kerrallaan keskustellen ja sovitellen erilaiset näkemykset ja intressit etsien yhteistä ratkaisua. Myös korkean prioriteetin tavarajunat voivat vaikuttaa lähiliikenteen aikatauluihin. (Oksanen 2001)

Lähiliikenteen yhteensovittaminen vakioaikataulun mukaisesti kulkevaan kaukoliikenteeseen onnistuu hyvin, etenkin jos lähiliikenne kulkee myös kiinteän aikataulun tai vakioaikataulun mukaisesti. Muuten yhteensovittaminen on vähän vaikeampaa, koska perinteisessä aikataulussa on enemmän joustomahdollisuuksia kuin vakioaikataulussa. Poikkeukset vakioaikataulun mukaisessa kaukoliikenteen aikataulussa sekä eri kalustojen erilaiset aikataulut vaikeuttavat lähiliikenteen vakioaikataulun tai säännöllisen liikenteen mukaista aikataulusuunnittelua. (Oksanen 2001)

Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV) määrittelee pääkaupunkiseudun lähiliikenteen palvelutasoa ilmoittamalla vuorojen määrän ja vuorovälin. YTV:n mukaan liikenteen tarjonnan tulee olla kullakin liikennepaikalla mahdollisimman tasainen, mikä vaikeuttaa lähiliikenteen ja kaukoliikenteen välisten vaihtojen järjestämistä.

5.6.2 Tavaraliikenne

Perinteisesti henkilöliikenteen tarpeet on priorisoitu tavaraliikenteen tarpeita tärkeämmäksi lukuun ottamatta muutamia merkittäviä kokojunakuljetuksia. Tilanne on ollut muuttumassa tavaraliikenteen asiakkaiden vaatimusten lisääntyessä JIT-logistiikan¹ mukaiseksi. Perinteinen henkilökaukoliikenne koostuu yksittäisistä junayhteyksistä, jolloin yksittäisiä junavuoroja voidaan muokata tai siirtää mahdollisuuksien mukaan. Tällöin henkilö- ja tavaraliikenteen yhteensovittaminen on joustavampaa. (Saha 2001)

Tavaraliikenteessä yhteydet eri liikennepaikkojen ratapihojen välillä ovat tärkeimpiä, tavaraliikenteen sovittamiseen vakioaikataulun mukaiseen säännöllisyyteen ei ole tarvetta. Tavaraliikenteen asiakkaiden vaatimusten kasvu lisää paineita siirtää tavaraliikennettä yhä enemmän kuljetettavaksi myös päiväsaikaan. Tavaraliikenne on soviteltavissa henkilöliikenteen vakioaikatauluun, mutta yhteensovittaminen vaatii joustoa molempiin suuntiin. (Saha 2001)

5.6.3 Vapaana olevan ratakapasiteetin myynti

Tavaraliikenteelle varataan useita aikatauluviivoja, joista kaikkia ei käytetä säännöllisesti. Kuljetustarve voi syntyä myös varattujen aikatauluviivojen ulkopuolisille ajankohdille, jolloin tarve yritetään sovittaa olemassa olevaan liikenteeseen. Vapaana olevan ratakapasiteetin myynti² tarkoittaa sitä, että radalle lisätään juna, jolle ei ole varattu ratakapasiteettia vuositasolla etukäteen tehtävään aikatauluun. (Haapala 2001)

Vapaana olevaa kapasiteettia on sitä vähemmän, mitä enemmän liikennettä radalla on. Jos ratakapasiteetin käyttöaste on suuri, ei lisäliikenteelle ole välttämättä tilaa. Tällä hetkellä VR Cargo lisää aikatauluun useita satoja junia vuodessa (Saha 2001).

¹Just in time (JIT) -logistiikalla tarkoitetaan asiakasohjautuvaa toimintaa, jossa varastointi ja läpimenoaika pyritään minimoimaan. JIT -logistiikassa täsmällisyys on tärkeämpää kuin nopeus. JIT on myös laatuideologia.

²*Ad hoc* -menettely.

5.6.4 Muu joukkoliikenne

Linja-autoliikenne

Rautatieliikenteen aikataulut vaikuttavat tapauskohtaisesti linja-autoliikenteen aikatauluihin. Linja-autoliikenteen aikataulujen suunnittelussa eri aikataulujen synkronointi on yksi keskeinen lähtökohta. VR Henkilöliikenne ilmoittaa junaliikenteen aikataulumuutoksista Linja-autoliitolle, joka välittää tiedot linja-autoyrittäjille. (Heinilä 2001, Kangas 2001)

Linja-autoliikenteen kannalta aikataulujen synkronointi junaliikenteen vakioaikatauluun ei ole ongelma, koska synkronointi tapahtuu nykyäänkin samalla periaatteella. Linja-autoliikenteessä on ollut säännöllistä liikennettä Turun ja Helsingin sekä Helsingin ja Lahden välillä lähtöaikojen osalta. Junaliikenteen vakioaikataulu selkeyttäisi synkronointia ja lisäisi matkustamisen helppoutta integroitujen vaihtojen vuoksi. (Kangas 2001)

Kaupunkien sisäinen joukkoliikenne

Helsingin sisäinen joukkoliikenne muodostuu junaliikenteen lisäksi linja-auto-, raitiovaunu- ja metroliikenteestä. Helsingissä joukkoliikennemuotojen liikennöintiä ei ole niin suuri, että tarvetta aikataulujen yhteensovittamiselle ei ole.

Tampereella kaupungin sisäistä linja-autoliikennettä synkronoidaan junaliikenteen aikataulujen kanssa tällä hetkellä mahdollisuuksien mukaan. Käytännössä vähäisen liikenteen aikaan iltaisin ja sunnuntaiamuisin linja-autoliikenteen aikatauluja on pyritty sovittamaan siten, että ne palvelisivat osittain myös junaliikenteen aikatauluja. (Rainio 2001)

Vakioaikataulun mukaista liikennettä voitaisiin ottaa linja-autoliikenteen aikatauluissa nykyistä enemmän huomioon. Linja-autoaikataulujen synkronointia junaliikenteen vakioaikatauluun voitaisiin tehdä pienessä määrin päiväliikenteessä, etenkin päälinjoilla. (Rainio 2001)

- *Vakioaikataulun soveltamista rajoittavat pitkät kohtaustaikkavälit yksiraiteisilla radoilla ja pieni kysyntä.*
- *Etelä-Suomen solmupisteiden väliset nykyiset ajoajat sopivat vakioaikatauluun sovellettavaksi.*
- *Järjestetyn junarvaihtomahdollisuuden solmupisteitä ovat Tampere, Turku, Karjaa, Toijala ja Kouvola.*
- *VALI-suunnitelma tuo lisäksi esimerkiksi Pieksämäelle, Riihimäelle ja Seinäjoelle hyvin toimivat vaihtoyhteydet.*
- *VALI-suunnitelma soveltaa vakioaikataulua Etelä-Suomeen.*
- *Tavaraliikenne ja pääkaupunkiseudun lähiliikenne ovat sovitettavissa vakioaikatauluun ja VALI-suunnitelmaan.*
- *Vakioaikataulu selkeyttäisi junaliikenteen ja muun joukkoliikenteen aikataulujen synkronointia.*

6 VAKIOAIKATAULU LIIKENTEEEN JA INFRASTRUKTUURIN YHTEENSOVITTAMISESSA

6.1 Perinteinen perspektiivi

Rataverkon kehittämisen lähtökohtina ovat tavara- ja henkilöliikenteen palveluja käyttävien asiakkaiden tarpeet, rautatiesektorin tavoitteet ja toimintaympäristön muutokset. Rataverkon ratakapasiteettia kasvattavia kehittämisinvestointeja ovat mm. sähköistys, automaattisen kulunvalvonnan (JKV) ratalaitteet, tasoristeysten poisto sekä uudet kohtauspaikat, lisäraiteet ja radat. (RHK 2001d s.30)

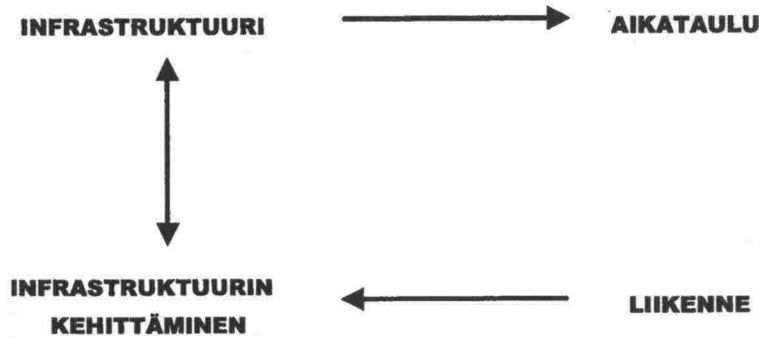
Perusradanpito, jolla varmistetaan rataverkon nykyisen palvelutason säilyminen kunnossapidolla ja korvaavilla investoinneilla sekä käynnistetyt kehittämishankkeet sitovat suurimman osan käytettävissä olevista varoista. Uusien kehittämishankkeiden toteuttamiseen on käytettävissä vain vähän varoja ja siksi hankkeet asetetaan tärkeysjärjestykseen. Priorisoinnissa otetaan huomioon liikennepoliittisten tavoitteiden toteutuminen, yhteiskuntataloudellinen kannattavuus ja hankkeen toteuttamismahdollisuudet. (RHK 2001c s.6-7, VR 1995 s.14,18)

Perinteisesti junaliikenteen tarjonta ja aikataulut on muodostettu olemassa olevan infrastruktuurin perusteella (kuva 24). Infrastruktuuri on rajoittanut suunnittelua ja liikenteen mahdollisuuksia. Liikenteen tarjonnan suunnittelun jälkeen on tarkasteltu, soveltuuko se nykyiselle infrastruktuurille. Jos suunniteltua liikennettä ei ole voitu toteuttaa rataverkolla, liikenteen suunnitelmaa on muutettu. (Stohler 1993 s.64)



Kuva 24. Perinteinen infrastruktuurin ja tarjonnan suhde.

Infrastruktuuri-investointeja on kohdistettu korkean kapasiteetin käyttöasteen rataosuuksille tai pullonkauloihin kapasiteettitarpeen perusteella (kuva 25). Ratakapasiteetin käyttöasteen kasvattaminen ruuhkahuipputunteina yli 80 %:n ei ole suositeltavaa, koska silloin liikenteen häiriötilanteiden ohjaus ja niistä palautuminen vaikeutuu. Rataverkon pullonkaulat voivat aiheutua pienestä akselipainosta, sallitusta nopeudesta tai jonkin välin riittämättömästä ratakapasiteetista.



Kuva 25. Perinteinen rataverkon kehittäminen.

Infrastruktuuria on kehitetty olemassa olevan liikenteen ja arvioitujen tulevien tarpeiden perusteella. Kehittämishankkeiden valmistuttua ratakapasiteetin lisäyksen tai pullonkaulan poistumisen mahdollistama ajoaikojen lyhentymisen on otettu huomioon seuraavassa aikataulussa mahdollisuuksien mukaan (kuva 25). Aikataulu ei ole suoranaisesti vaikuttanut kehittämiskohteisiin, vaikka se yhdistää liikenteen, infrastruktuurin ja matkustajat (kuva 10).

6.2 Vakioaikataulun mahdollistama perspektiivi

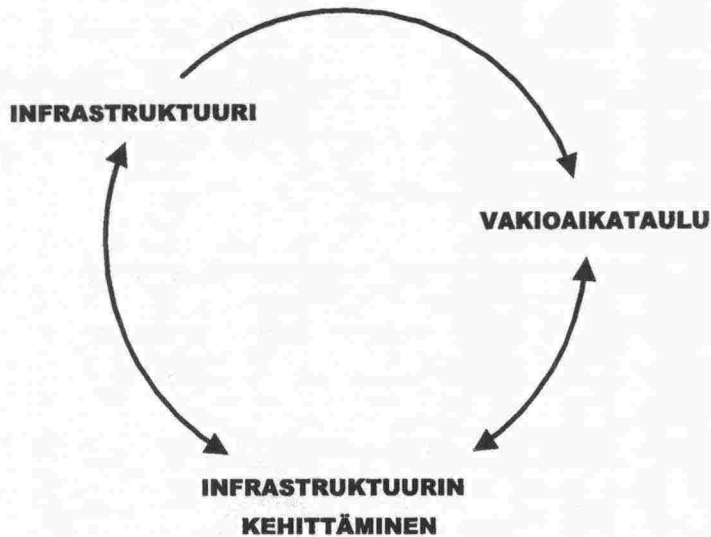
Vakioaikataulu mahdollistaa perinteisen suunnittelun lisäksi käänteistä aikataulu- ja liikennesuunnittelua. Ensin määritellään, millaista liikennettä ja millaisia aikatauluja halutaan tarjota. Tämän jälkeen pohditaan, miten liikenne voidaan toteuttaa. Tavoitellun liikenteen perusteella nähdään, millainen kehittämistarve kohdistuu infrastruktuuriin ja kalustoon, jotta määritelmän mukainen liikenne voidaan toteuttaa. (Stohler 1993 s.64,69, Pellandini 2001f)



Kuva 26. Vakioaikataulun mahdollistama infrastruktuurin ja tarjonnan suhde.

Vakioaikataulun käyttö mahdollistaa järjestelmätasoisien lähestymisen rataverkon kehittämiseen. Rataverkko on toiminnallinen kokonaisuus ja sen kehittämisen vaikutuksia ei tulisi tarkastella pelkästään yksittäisellä rataosuudella, vaan lisäksi koko rataverkolla. Vakioaikataulun mukainen liikennejärjestelmä mahdollistaa rataverkon

kehittämisen aikataulun ja sen tarpeiden perusteella. Tällöin rataverkon kehittämisestä ja aikataulusta muodostuu kuvan 27 mukainen kierto ja kommunikointikehä.



Kuva 27. Järjestelmätasoinen kehittäminen.

Vakioaikataulun mahdollistamalla infrastruktuurin ja liikenteen yhteensovittamisella tarkoitetaan rataverkon kehittämissuunnittelun sekä liikenne- ja aikataulusuunnittelun välistä yhteistyötä. Infrastruktuuri vaikuttaa olennaisesti junatarjonnan mahdollisuuksiin, jolloin yhteistyö on tarpeellista, koska rataverkon kehittäminen tulisi kohdentaa tarkasti niin, että junaliikenteen laatu ja tarjonta parantuisi (Stohler 1993 s.70). Rataverkon kehittäminen vaatii rataverkon kehittämis- ja liikennesuunnittelijoiden yhteistyötä, jotta rajalliset kehittämisvarat voidaan kohdistaa siten, että investoinnista saatava hyöty on optimaalinen (Keränen 2001b, Campos & Cantos 2000 s.221-223).

6.3 Kehittämiskohteiden etsiminen

Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä järjestettyjen junavaihtojen solmupisteiden tavoite-etäisyys on symmetriaminuuttien vuorovälin puolikkaan kerrannainen, mikä tarkoittaa tunnin vuorovälillä puolta tuntia, tuntia, puoltatoista tuntia, kahta tuntia jne. (paikallisliikenteellä myös 15 minuuttia mahdollinen). Junille tavoitellaan solmupisteiden väliseksi ajoajaksi hieman pienempää aikaa kuin solmupisteiden etäisyys, jotta juna ehtii pysähtyä ja matkustajat ehtivät vaihtamaan junaa solmupisteessä. Perinteisessä suunnittelussa tavoitellaan niin nopeaa liikennettä kuin mahdollista. Vakioaikataulun

mukaisessa liikennejärjestelmän suunnittelussa tavoitellaan niin nopeaa liikennettä kuin on tarpeen.

Rataverkon kehittämiskohteet löydetään tarkastelemalla rataverkon solmupisteiden välisiä etäisyyksiä eli nykyisiä ajoaikoja, joita vertaillaan tavoite-etäisyyksiin. Nykyisten ajoaikojen ja tavoitteena olevien ajoaikojen vertailun tuloksena solmupisteiden väliset rataosat voidaan jakaa neljään ryhmään:

- rataosiin, joiden nykyiset ajoajat ja tavoite-etäisyydet ovat samoja
- rataosiin, joiden nykyiset ajoajat ovat lähes samoja kuin tavoite-etäisyydet
- rataosiin, joiden nykyiset ajoajat ja tavoite-etäisyydet poikkeavat
- rataosiin, joiden nykyiset ajoajat poikkeavat merkittävästi tavoite-etäisyyksistä.

Vakioaikataulun mukaisen liikennejärjestelmän rataosien nykyiset ajoajat pyritään muuttamaan tavoite-etäisyyksiksi. Ajoajan muuttaminen suuremmaksi pelivaraa kasvattamalla on helppoa, mutta liian suurena se haittaa matkustajia. Ajoaikaa voidaan pienentää aikataulun pelivaraa kiristämällä ja kalusto- tai ratainvestoinneilla.

Rataosat, joiden nykyiset ajoajat ovat samoja kuin tavoite-etäisyydet, sopivat sellaisinaan vakioaikataulun mukaiseen liikennejärjestelmään. Näitä rataosuuksia ei tarvitse kehittää, koska kehittämisinvestoinneilla saavutettavasta ajoajan lyhenemisestä ei ole hyötyä, ellei ajoaikaa lyhennetä edelliseen tavoite-etäisyyteen puolella tunnilla.

Nykyisten ajoaikojen ollessa lähes samoja kuin tavoite-etäisyydet voidaan nykyistä ajoaikaa tarpeen mukaan vähän kasvattaa ja pienentää aikatauluun sisältyvällä pelivaralla. Pelivarasta voidaan poistaa muutama prosentti, jolloin ajoaika pienenee vastaavan määrän.

Kehittämiskohteita on niillä rataosilla, joiden nykyiset ajoajat poikkeavat tavoite-etäisyyksistä niin paljon, että pelivaran pienentäminen ei tuota tavoiteltua ajoaikaa. Tällaisilla rataosilla nykyisen ajoajan muuntaminen tavoitteen mukaiseksi vaatii investointeja kalustoon, rataan tai molempiin.

Vakioaikataulun kannalta ongelmallisia ovat ne rataosuudet, joiden välinen nykyinen ajoaika poikkeaa merkittävästi tavoite-etäisyyksistä. Tällöin liikenteen hidastaminen ja ajoajan kasvattaminen seuraavaan tavoite-etäisyyteen laskee rataosan palvelutasoa ja on matkustajien kannalta epämiellyttävää. Toisaalta ajoajan nopeuttaminen edelliseen tavoite-etäisyyteen voi vaatia kohtuuttoman suuria investointeja. Tällaisella rataosuudella toinen solmupisteistä ei voi toimia järjestettyjen junavaihtojen solmupisteinä.

6.4 Kohteen kehittäminen

Kehittämiskohteina olevien rataosien ajoaikaa pyritään lyhentämään tavoiteltuun tavoite-etäisyyteen. Rataosan nopeuttaminen voidaan toteuttaa investoimalla infrastruktuuriin tai kalustoon. Infrastruktuuriin kohdistuvat investoinnit tekee rataverkon haltija eli Ratahallintokeskus. Liikkuvaan kalustoon kohdistuvat investoinnit tekevät liikennöitsijät eli tällä hetkellä VR Osakeyhtiö. Kehittämistapojen eroja on kuvattu taulukossa 10. Radanpito ja liikennöinti erotettiin toisistaan vuonna 1995, joten investointien tekemisessä tarvitaan keskustelua ja koordinoitua.

Taulukko 10. Infrastruktuuri- ja kalustoinvestointien eroja.

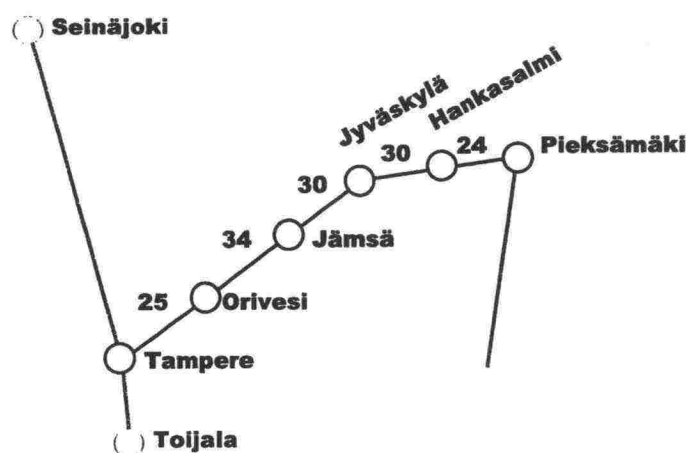
	Infrastruktuuri-investointi	Kalustoinvestointi
Investoinnin tekijä	Radanpitäjä	Liikennöitsijä
Hyöty näkyy	Kaikilla	Hankitulla kalustolla
Investointi	Matka-ajan lyhentämisen mahdollistavat ratainvestoinnit	Uusi kalusto

Vakioaikataulu mahdollistaa keskustelun käymisen investointien kohdistamisesta, solmupisteistä ja niiden välisistä matka-ajoista. Kehittämishankkeita suunniteltaessa tarkastelun keskipisteenä ovat solmupisteet ja niiden väliset matka-ajat, jotka määrittelevät solmupisteiden toimimisen järjestämättömien tai järjestettyjen vaihtojen tasatunti- tai puolituntisolmuna. (Kissling & Romann 2001a, Kissling & Romann 2001b)

6.5 Esimerkkejä kehittämiskohteista Suomessa

6.5.1 Tampere–Pieksämäki

Tampere–Pieksämäki-rataosuuden (233 km) merkittävin solmupiste päätepuiteiden lisäksi on Jyväskylä. Tampere toimii vakioaikataulukjärjestelmässä tasatuntisolmuna, joten matka-ajaksi Jyväskylään tavoitellaan hieman alle 1½ tuntia, mikä tarkoittaa, että Jyväskylä toimisi puolituntisolmuna. Kesäkuun 2001 aikataulun mukaan Intercityjen matka-aika Tampereelta Jyväskylään on 1 tunti 31 minuuttia. Tampere–Pieksämäki-välin ratkaisuvaihtoehtoilla haetaan erilaisia mahdollisuuksia ratkaista Tampere–Jyväskylä-rataosan matka-aika. Matka-aika Jyväskylästä Pieksämäelle on hieman alle 1 tunti, joten Pieksämäki toimisi puolituntisolmuna. Tampere–Pieksämäki-rataosa on kaksiraiteinen välillä Tampere–Orivesi, muutoin rata on yksiraiteinen.



Kuva 28. Nykyiset matka-ajat Tampere–Pieksämäki-rataosuudella.

Tampereen ja Pieksämäen rataosan nykyiset matka-ajat eri solmupisteiden välillä (kuva 28) ovat sovitettavissa vakioaikatauluun lukuun ottamatta Orivesi–Jämsä-rataosaa. Vakioaikataulun ideologisen soveltamisen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että investoinnit olisi kohdistettava Orivesi–Jämsä-rataosalle siten, että ajoaika lyhenee 34 minuutista noin viisi minuuttia, jolloin kaikki Tampere–Pieksämäki-rataosan solmupisteiden välit voitaisiin liikennöidä alle puoleen tuntiin. Muiden rataosien ajoajat sopivat sellaisenaan sovellettaviksi vakioaikatauluun, mikä tarkoittaa, että niille ei tarvitsisi kohdistaa suuria investointeja.

Erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja pohdittaessa on otettava huomioon niiden vaikutukset liikenteeseen, kustannukset sekä niiden kyky ratkaista ongelma. Erilaisia vaihtoehtoja on aina useita ja ne ovat moniulotteisempia kuin pelkkä valinta infrastruktuuri- tai kalustoinvestoinnin välillä. Taulukossa 11 esitetään Tampere–Jyväskylä-rataosan mahdollisia kehittämissiivoksi vaihtoehtoja.

Taulukko 11. Tampere–Jyväskylä-rataosuuden kehittämissiivoksi vaihtoehtoja.

VE	Ratkaisu	Investointi	Vaikutukset
A	Pelivaran kiristäminen	Ei investointia	Aikataulun jäykkä rakenne, häiriöherkkyys lisääntyy, lähtöaika Tampereella aikaistuu
B	Ei pysähdystä Orivedellä	Ei investointia	Tampere–Jämsä-välin liikennöinti on mahdollista normaalilla pelivaralla, Orivedellä joukkoliikenteen yhteydet ratkaistava esim. linja-autoliikenteellä
C	Pendolino	Kalustoinvestointi	Liikennöinti ainoastaan Pendolinoilla kyseenalaista
D	Pendolino ja taseoristeysten poisto	Kalusto- ja infrastruktuuriinvestointi	Liikennöinti ainoastaan Pendolinoilla kyseenalaista, Intercity-liikenne mahdollista pelivaraa kiristämällä
E	Pieni investointi Orivesi–Jämsä-rataosalla	Infrastruktuuriinvestointi	Orivesi toimisi puolituntisolmuna ja Jämsä venytettynä tasatuntisolmuna
F	Suuri investointi Orivesi–Jämsä-rataosalla	Infrastruktuuriinvestointi	Vakioaikataulun ideologinen soveltaminen mahdollista

Ratkaisuvaihtoehto A: Pelivaran kiristäminen välillä Tampere–Jämsä

Tampereelta voidaan liikennöidä perinteisellä kalustolla Jämsään alle tunnissa pelivaraa vähän kiristämällä. Tampereelta lähdettäisiin minuutilla 00 ja Jämsään saavuttaisiin muutamaa minuuttia ennen seuraavaa tasatuntia, jolloin Jämsä toimisi tasatuntisolmuna. Tällaisessa vaihtoehdossa Orivesi ei toimisi järjestelmässä puolituntisolmuna, vaan siellä olisi vain normaali pysähdys.

Tämä ratkaisu mahdollistaa vain tasaiset 2 tunnin vuorovälit, mikä aiheuttaa aikatauluun melko jäykän rakenteen. Jos lisäksi haluttaisiin ajaa lisäjunia tunnin välein, osuisi kohtaus yksiraideosuudelle Oriveden itäpuolella. Tällaisessa ratkaisussa pelivaran

kiristäminen lisää rautatieliikenteen häiriöherkkyyttä. Lisäksi junien lähtöajan aikaistaminen Tampereella minuutilla 00 lyhentää vaihtamiseen käytettävissä olevaa aikaa.

Ratkaisuvaihtoehto B: Ei pysähdystä Orivedellä

Jättämällä pysähdys Orivedellä pois voidaan Tampereelta liikennöidä Jämsään alle tunnissa normaalilla pelivaralla. Tällöin lähtö Tampereelta voidaan tehdä minuutin 00 sijaan esim. minuutilla 04. Tällaisessa vaihtoehdossa suora rautatieyhteys Orivedelle katkeaa. Joukkoliikenneyhteys Orivedelle voitaisiin kuitenkin hoitaa Tampereelta ja Jämsästä esim. linja-autoliikenteellä.

Ratkaisuvaihtoehto C: Pendolino

Tampere–Jämsä kyetään liikennöimään Pendolinolla 58 minuutissa. Matka-aika sisältää normaalin pelivaran ja pysähtymisen Orivedellä, joka ei kuitenkaan olisi puolituntisolmu. Tällöin Jämsä voisi toimia tasatuntisolmuna. Liikennöinti ainoastaan Pendolinoilla on esim. junamatkojen hinnoittelun kannalta kyseenalaista. Lisäksi Pendolinolla on pieni matkustajakapasiteetti, jolloin junatarjonnan tulisi olla melko suuri.

Ratkaisuvaihtoehto D: Tasoristeysten poistaminen ja Pendolino

Orivesi voisi toimia puolituntisolmuna, jos Orivesi–Jämsä-rataosa voitaisiin liikennöidä alle puoleen tuntiin. Orivesi–Jämsä-rataosalla on huomattavan paljon kaarteita, mikä rajoittaa perinteisen kaluston nopeustasoa. Tasoristeysten poistamisen jälkeen rataosa kyettäisiin ajamaan kallistuvakorisella Pendolinolla alle puoleen tuntiin (Hovi 2001). Orivesi–Jämsä-rataosalla on 13 tasoristeystä, jotka on suunniteltu poistettavaksi pitkällä aikavälillä. Tasoristeysten poistamiskustannuksiksi on arvioitu 5,8 miljoonaa euroa. (LVM 2001a s.60-61) Ratkaisuvaihtoehto D yhdistettynä vaihtoehtoon A tarjoaisi sekä Pendolino- että Intercity-yhteyksiä.

Ratkaisuvaihtoehto E: Pieni investointi; Jämsä venytetyksi tasatuntisolmuksi

Muutaman minuutin nopeuttaminen välillä Orivesi–Jämsä mahdollistaisi, että Orivesi toimisi puolituntisolmuna ja Jämsä venytettynä tasatuntisolmuna. Jämsä–Jyväskylä-

rataosan matka-ajan pelivaraa kiristettäisiin vähän, jotta rataosa voitaisiin liikennöidä hieman alle puoleen tuntiin ja siten Jyväskylä voisi toimia puolituntisolmuna.

Muutaman minuutin aikasäästön mahdollistama investointi voitaisiin kohdistaa Oriveden jälkeiseen vaihteeseen ja rakentamalla muutama kilometri kaksoisraidetta Jämsästä Oriveden suuntaan (liite 3). Lisäksi yksi vaihtoehto olisi rakentaa kaksoisraide Orivesi–Jämsä-rataosan alkuun, joka on uusittava pitkällä aikavälillä joka tapauksessa.

Ratkaisuvaihtoehto F: Suuri investointi; Orivesi–Jämsä-rataosan matka-aika alle puoleen tuntiin

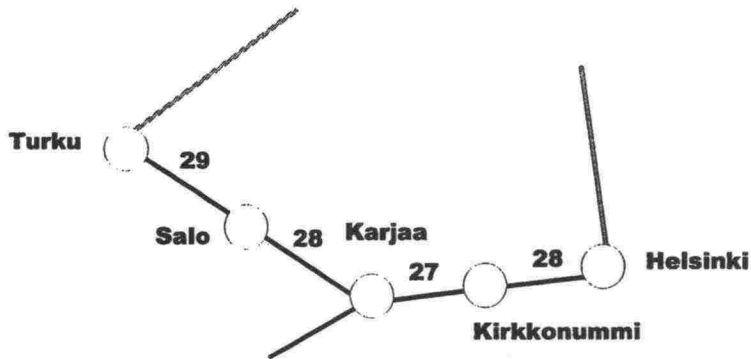
Orivesi–Jämsä-rataosalta etsitään sellaisia kehittämiskohteita, joilla voidaan saavuttaa viiden minuutin aikasäästö perinteisellä kalustolla. Ajoajan lyhentäminen noin kuudella minuutilla mahdollistaa rataosan liikennöinnin alle puoleen tuntiin. Orivesi–Jämsänkoski-välille on tehty oikaisusuunnitelma, joka lyhentäisi nykyistä noin 60 km:n pituista rataosaa 7,7 km (VR 1998 s.40-41). Oikaisu voitaisiin toteuttaa kolmessa vaiheessa.

Välillä Orivesi–Jämsä on kaksi selvää kohtaa (Orivesi–Jämsänkoski-rataosan nopeuskaavio on liitteessä 3), joissa nopeutta nostamalla saavutettaisiin ajoajan lyhentymistä: Tampereen suunnalta Oriveden jälkeinen vaihde sekä Nytkymessä 550 metrin kaarresäteinen kaarre, jossa suurin sallittu nopeus on 110 km/h. Jyväskylän suunnalta liikennöitäessä kohti Tamperetta on ennen Orivettä vaihde, jossa suurin sallittu nopeus on 80 km/h. Tampereelta Jyväskylään liikennöitäessä vaihteen kautta ei kuljeta. Vaihteen vaihtaminen pidempään mahdollistaisi suurimman sallitun nopeuden nostamisen 100 km/h:ssa, mikä mahdollistaisi minuutin aikasäästön. Vaihteen uusimisen kustannukset ovat noin 0,7 miljoonaa euroa.

Orivesi–Jämsänkoski-oikaisusuunnitelman viimeisen osan (Lahdenperä–Jämsä) toteuttaminen mahdollistaisi Lahdenperän jälkeen perinteiselle kalustolle nopeuden 140 km/h, mikä vähentäisi ajoaikaa neljä minuuttia. Lahdenperä–Jämsä-oikaisun rakentamiskustannukset ovat noin 34 miljoonaa euroa (VR 1998 s.48). Molempien kehittämishankkeiden yhteisvaikutuksena saavutettaisiin viiden minuutin aikasäästö, joka mahdollistaisi vakioaikataulun soveltamisalueen laajentamisen Tampereelta Pieksämäelle.

6.5.2 Turku–Helsinki

Turku–Helsinki-rataosa on yksiraiteinen Turusta Kirkkonummelle, ja kaksiraiteinen välillä Kirkkonummi–Helsinki. Turun ja Helsingin välinen liikenne olisi mahdollista toteuttaa täysin vakioaikataulun mukaisesti, jos rataosalla ei liikennöisi Pendolinoja. Pendolinot liikennöivät muuta liikennettä nopeammin, mikä aiheuttaa muulle liikenteelle aikataulumuutoksia (luku 5.4.2).



Kuva 29. Vakioaikataulun matka-ajat Turku–Helsinki-rataosuudella.

Tasaisella liikenteellä kahden tunnin vuorovälillä kohtauspaikka syntyy Karjaalle, josta on jatkoyhteys Hankoon. Tunnin vuorovälillä Hangon lisäksi solmupisteitä olisivat Kirkkonummi ja Salo. Intercityjen matka-aika olisi 1 tunti 56 minuuttia. Tällöin liikenne olisi tasaista ja säännöllistä, mikä on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Turku–Helsinki, vakioaikataulu.

TURKU - HELSINKI														
	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC
Turku	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	
Kupittaa	8:06	9:06	10:06	11:06	12:06	13:06	14:06	15:06	16:06	17:06	18:06	19:06	20:06	
Salo	8:32	9:32	10:32	11:32	12:32	13:32	14:32	15:32	16:32	17:32	18:32	19:32	20:32	
Karjaa	8:59	9:59	10:59	11:59	12:59	13:59	14:59	15:59	16:59	17:59	18:59	19:59	20:59	
Kirkkonummi	9:25	10:25	11:25	12:25	13:25	14:25	15:25	16:25	17:25	18:25	19:25	20:25	21:25	
Espoo	9:38	10:38	11:38	12:38	13:38	14:38	15:38	16:38	17:38	18:38	19:38	20:38	21:38	
Pasila	9:51	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	16:51	17:51	18:51	19:51	20:51	21:51	
Helsinki	9:56	10:56	11:56	12:56	13:56	14:56	15:56	16:56	17:56	18:56	19:56	20:56	21:56	

Liikenteen tavoitetilasta on erilaisia näkemyksiä. Turku – Helsinki -välillä voitaisiin tarjota säännöllistä liikennettä, jos Pendolinot eivät liikennöisi kyseisellä rataosalla. Tavoitetilana voi olla tasainen vakioaikataulun mukainen liikennetarjonta tai epätasaisempi liikenne, jossa on muutama 11 minuuttia nopeampi Pendolinoyhteys.

- *Vakioaikataulu mahdollistaa perinteisen suunnittelun lisäksi käänteisen suunnittelun, jossa ensin määritellään, millaista liikennettä halutaan ja pohditaan sitten, miten suunniteltu liikenne voidaan toteuttaa.*
- *Vakioaikataulun mahdollistaa kehittämiskohteiden paikantamisen ja siten kehittämisinvestointien kohdentamisen.*
- *Kehittämiskohteita ovat ne rataosat, joiden ajoajat poikkeavat vakioaikataulun tavoite-etäisyyksistä enemmän kuin aikataulussa on mahdollista pienentää pelivaraa.*
- *Kehittämiskohteen ajoaikaa voidaan pienentää infrastruktuuri- tai kalustoinvestoinneilla.*

7 VAKIOAIKATAULU KILPAILUTILANTEESSA

7.1 Rautatieliikenne ja kilpailu

7.1.1 Oletuksia ja rajauksia

Tässä luvussa ei käsitellä rautatieliikenteen kilpailun avaamisen prosessia, vaan oletetaan, että rataverkko on avattu kilpailulle ja rautatieliikenteessä on VR Osakeyhtiön lisäksi ainakin yksi muu rautatieyrittäjä (liikennöitsijä). Asiayhteydessä ei ole merkitystä sillä, onko kilpailua henkilö- vai tavaraliikenteessä tai molemmissa. Olennaista on, että eri liikennöitsijät liikkuvat samalla rataverkolla ja voivat hakea päällekkäistä ratakapasiteettia.

7.1.2 Kilpailun taustaa

Rautatieliikenteen suoritemäärät ovat pysyneet viime vuosikymmeninä lähes vakiona, vaikka liikenteen kokonaissuorite on kasvanut¹. Rautatieliikenne on siis menettänyt markkinaosuuttaan, mihin on sektorin ulkoisia ja sisäisiä syitä. Euroopan komissio on esittänyt kilpailun lisäämistä rataverkolla kehityssuunnan muuttamiseksi. Komissio toivoo jäsenvaltioiden vapauttavan vapaaehtoisesti rautatieliikennettä kilpailulle. Kilpailun mahdollistaminen rataverkolla tarkoittaa, että VR Osakeyhtiön lisäksi radalla voisi liikennöidä muitakin yrityksiä. (EC 1996 s.3-10)

Tällä hetkellä rataverkolla liikennöi vain yksi liikennöitsijä, ja se ainoana radan käyttäjänä jakaa itse kapasiteettia laatimalla oman aikataulun, jonka Ratahallintokeskus hyväksyy. Ratahallintokeskuksen kanssa on vielä sovittava ylläpito- ja kunnostustöiden ajankohdista. VR Osakeyhtiö määrittää sisäisesti käyttöosastollaan ratakapasiteetin jaon ja junien prioriteetin. (Salonen 2001, Airola 1999 s.18)

Rataverkon kilpailulle avaamisen etuina nähdään toiminnan tehostuminen ja kustannustason laskeminen. Tällä hetkellä rautatieliikenne kilpailee vain muiden liikenne-

¹Tieliikenteessä henkilökilometrit kasvoivat vuoden 1980 arvosta 44 mrd. vuoteen 2000 arvoon 64 mrd. Samalla aikavälillä rautatieliikenteen henkilömetrit kasvoivat arvosta 3,2 mrd. arvoon 3,4 mrd. (Tilastokeskus 2001)

muotojen kanssa. Rautatieliikenteen sisäinen kilpailu asettaa rautatieyritykset haasteeseen, jonka on ajateltu edistävän innovaatioita, varmistavan palveluiden laatua sekä laskevan hintoja kuluttajille. Jo pelkän potentiaalisen kilpailun uhan on ajateltu tehostavan VR-konsernin toimintaa. (EC 1996 s.15, LM 1998 s.75-84)

Kilpailun avaamiselle on esitetty myös negatiivinen tulevaisuuskuva, jossa kilpailun avautuminen syöksee rautatiesektorin kuihtuvaan, negatiiviseen kierteeseen (Kieran 1996). Lehdon (1994 s.45) mukaan kilpailu aidoimmillaan edellyttäisi korvaavien palveluiden tarjoamista, mikä aikaansaisi päällekkäisyyttä ja lisäisi kustannuksia.

7.1.3 Kilpailu rautatieliikenteessä

Rautatieliikenteessä on puuttunut alan sisäinen kilpailu ja uusien tulokkaiden uhka, jotka ovat toimialan kilpailuun vaikuttavia tekijöitä. Rautatieliikenteessä toimialan sisäinen kilpailu tarkoittaa, että rataverkolla on useita liikennöitsijöitä, jotka kilpailevat keskenään asiakkaista. Kilpailua esiintyy, koska yksi tai useammat kilpailevat yritykset kokevat painetta toimintansa tehostamiseen tai näkevät tilaisuuden asemansa parantamiseen (Porter 1984 s.38-44).

Uusien tulokkaiden uhka riippuu alalle pääsyn esteistä ja toimialalla olevien yritysten mahdollisista reagoinneista uusia tulokkaita kohtaan. Jos alallepääsyn esteet ovat korkeat tai toimialan yritykset reagoivat voimakkaasti, on alalle tulon uhka vähäinen. Rautatieliikenteessä uusien tulokkaiden alallepääsyn esteinä voidaan nähdä VR-konsernin taloudellinen koko ja palvelujen differointi sekä toimialan pääomasidonnaisuus ja alhaiset rajakustannukset. (Porter 1984 s.27-38)

Rautatieliikennettä pidetään luonnollisena monopolina. VR-konsernin suuri taloudellinen koko mahdollistaa tarjotun palvelun yksikköhinnan alenemisen, kun absoluuttinen volyyymi lisääntyy¹ (Lehto 1994 s.5-6). Taloudellisen koon edut voi havaita myös esim. ostotoiminnassa ja markkinoinnissa.

Palvelujen differoituminen ilmenee siinä, että VR Osakeyhtiön tuottamilla palveluilla on tunnettuutta ja asiakasuskollisuutta, mikä on seurausta aikaisemmasta mainonnasta,

¹Economies of scale, mittakaavaedut.

asiakaspalvelusta ja siitä, että yritys on ollut ensimmäisenä alalla. Rautatieliikennöinnin toimiala on hyvin pääomasidonnainen, mikä lisää uusien tulokkaiden pääoman riskialaista käyttöä. (Lehto 1994 s.5-6,44-45, Vaikkinen 1997 s.260-264)

7.2 Ratakapasiteetin jakaminen

Ratakapasiteetin jakamisella¹ tarkoitetaan rataverkon käyttöoikeuden myöntämistä tietyille rautatieyritykselle. Ratakapasiteetin jakaminen ei ole ongelmallista silloin kun kysyntä ei ylitä radan kapasiteettia. Jakaminen vaikeutuu tilanteessa, jossa radan kapasiteetti ei riitä. Rautatieliikenteen kilpailussa kohdataan helposti tilanne, jossa eri liikennöitsijät haluavat käyttää tiettyä rataosaa juuri samaan aikaan. Tällöin radan kapasiteetin jakaminen voidaan teoriassa suorittaa tasapuolisesti ja oikeudenmukaisesti prioriteettijärjestyksen mukaisesti tai ns. esikoisoikeuksien² perusteella. (Nilsson 2001 s.3-6, Quinet 2000)

Euroopan parlamentin ja neuvoston antama direktiivi 2001/14/EY, kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi, määrittelee periaatteet ja menettelytavat ratakapasiteetin käyttöoikeuden myöntämiseen, ratamaksun perimiseen ja turvallisuustodistusten antamiseen. Direktiivissä käytetään käsitettä infrastruktuurikapasiteetti, joka sisältää ratakapasiteetin lisäksi kaiken muun mahdollisesti tarvittavan infrastruktuurin, esim. tarvittavien ratapihojen, käyttöoikeuden.

7.2.1 Verkkoselostus

Kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivin mukaan infrastruktuurin hallinnon on julkaistava verkkoselostus, jota on pidettävä ajan tasalla. Verkkoselostuksen sisältö muodostuu kolmesta osasta: 1 infrastruktuuri, 2 hinnoitteluperiaatteet ja hinnat sekä 3 kapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisperiaatteet. Verkkoselostuksen tarkoituksena on kuvata rautatieyrityksille, miten ja mihin hintaan ne voivat saada infrastruktuurikapasiteettia

¹Käytetään myös termejä allokointi tai kohdistaminen.

²Esikoisoikeudet tarkoittavat olemassa olevan liikenteen etuasemaa käyttämäänsä ratakapasiteettiin. Esikoisoikeuksia on ollut käytössä mm. SJ:lla Ruotsissa. Kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi sallii esikoisoikeuksia kuljetuksille, mutta ei kuljettajille. Esikoisoikeuksien käyttö määritellään verkkoselostuksessa.

käyttöön. Infrastruktuurin hallinnon on sitouduttava julkaisemansa verkkoselostuksen sisältöön. (2001/14/EY artiklat 2 ja 3)

Infrastrukturi

Verkkoselostuksen ensimmäisessä osassa esitellään rautatieyritysten käytettävissä oleva infrastrukturi ja sen käyttöä koskevat edellytykset. Direktiivi ei määrittele infrastruktuurin esittelytason tarkkuutta. (ibid liite I)

Hinnoitteluperiaatteet ja hinnat

Verkkoselostuksen toisessa osassa esitellään liikennöintiin liittyvät hinnoitteluperiaatteet ja hinnat. Jakso sisältää tiedot hinnoittelujärjestelmästä ja rautatieyrityksille tarjottavista palveluista. Ylikuormitetusta kapasiteetista ja ympäristövaikutuksista perittävät lisämaksut on ilmoitettava yksityiskohtaisesti. Lisäksi hinnoitteluperiaatteisiin liittyvät poikkeukset ja alennukset on ilmoitettava tarkasti. (ibid liite I) Rautatieyrityksille tarjottavat palvelut jaetaan neljään ryhmään, joita ovat (ibid liite II):

- vähimmäiskäyttömahdollisuudet
- radan käyttömahdollisuuksiin palveluihin pääsyä varten ja palveluiden tarjontaan sisältyvät
- lisäpalvelut
- oheispalvelut.

Vähimmäiskäyttömahdollisuuksista ja radan käyttömahdollisuuksista palveluihin pääsyä varten perittävät maksut vahvistetaan suoraan liikenteen harjoittamisen aiheuttamien kustannusten perusteella, mikä tarkoittaa rajakustannuksiin perustuvaa hinnoittelua. Infrastruktuurin käyttömaksuun voi sisältyä ratakapasiteetin niukkuudesta aiheutuva lisämaksu, jota voidaan periä määriteltävällä rataosuudella ylikuormituksen aikoina. Käyttömaksussa voidaan ottaa huomioon myös junan toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutusten kustannukset kuitenkin siten, että käyttömaksun tarkistus on suhteutettu aiheutetun vaikutuksen suuruuteen. Ympäristömaksujen sisällyttäminen hintoihin on sallittu ainoastaan, jos kilpailevissa liikennemuodoissa peritään vastaavaan suuruisia maksuja. Jos lisäpalveluita ja oheispalveluita on saatavissa vain yhdeltä

palveluntarjoajalta, on palveluista perittävä maksu sidottava sen tarjoamisesta aiheutuviin kustannuksiin todellisen käyttöasteen perusteella. (ibid artikla 7)

Infrastruktuurin haltija voi periä kapasiteetin käyttömaksun ohella lisähintoja, jotta infrastruktuurin hallinnolle aiheutuneet kustannukset saataisiin peitetyiksi. Infrastruktuurin hallinnon on julkistettava lisähintojen hinnoittelujärjestelmän olennaisten osien muutoksista vähintään kolme kuukautta aikaisemmin. Erityisen suuren investointihankkeen mahdollistamiseksi infrastruktuurin hallinto voi hankkeen ajaksi määrätä kapasiteetin käyttömaksuksi korkeampia hintoja, jotka perustuvat hankkeen pitkän aikavälin kustannuksiin. (ibid artikla 8)

Kapasiteetin käyttömaksuihin voidaan myöntää kaikkia infrastruktuurin käyttäjiä koskevia alennuksia. Uusien rautatieliikennepalvelujen kehittämisen edistämiseksi voidaan myöntää määräaikaista alennuksia. Vähäliikenteisten ratojen käytön lisäämiseksi voidaan myös käyttää alennuksia. (ibid artikla 9)

Kapasiteetin käyttöoikeuden myöntöperiaatteet

Verkkoselostuksen viimeinen osa esittelee kapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisperiaatteet ja –perusteet. Osassa esitellään karkealla tasolla rautatieyritysten käytössä olevan infrastruktuurin kapasiteetin ja sen käyttöön liittyvät rajoitukset, kuten ratakapasiteetin käyttö ylläpito- ja korjaustöitä varten. Osassa kuvataan kapasiteetin käyttöoikeuden myöntämiseen liittyvät menettelyt ja määräajat. (ibid liite I)

Viimeisessä osassa on annettava myös tiedot toimenpiteistä, jotka on toteutettu tavara-liikennepalvelujen, kansainvälisten liikennepalvelujen ja *ad hoc* –menettelyä koskevien hakemusten asianmukaisen käsittelyn varmistamiseksi. Osassa tulee myös sisällyttää menettelyissä sovellettavat erityispiirteet (ibid liite I):

- yksityiskohtaiset ohjeet, joiden mukaisesti hakijat voivat hakea kapasiteetin käyttöoikeutta infrastruktuurin hallinnolta
- hakijoita koskevat vaatimukset
- hakumenettelyn ja käyttöoikeuden myöntämismenettelyn aikataulu
- yhteensovittamismenettelyä koskevat periaatteet

- noudatettavat menettelyt ja käytettävät perusteet tapauksissa, joissa infrastruktuurikapasiteetti on ylikuormitettu
- yksityiskohtaiset tiedot infrastruktuurin käytön rajoituksista
- säännöt, joiden mukaan otetaan mahdollisesti huomioon kapasiteetin alemmat käyttöasteet, jotta käyttöoikeuden myöntämismenettelyissä voidaan määritellä tärkeysjärjestykset.

7.2.2 Jakamisprosessi ja määräajat

Infrastruktuurin hallinnon on julkaistava verkkoselostus vähintään neljä kuukautta ennen infrastruktuurin kapasiteettia koskevien hakemusten jättämisen määräajan päättymistä. Liikenteen seuraavaan mahdolliseen aikatauluun kapasiteettia koskevien hakemusten viimeinen vastaanottopäivä on 12 kuukautta ennen aikataulun voimaantuloa. Aikataulu laaditaan liikenteelle kerran kalenterivuodessa. Uusi aikataulu astuu voimaan keskiyöllä toukokuun viimeisenä lauantaina. (ibid liite III)

Eri maiden infrastruktuurin hallintojen on tehtävä yhteistyötä, jotta usean maan infrastruktuurin kapasiteetin käyttöoikeus voitaisiin myöntää tehokkaasti. Yhteistyön tavoitteena on järjestää kansainväliset reitit, jotka ovat osa Euroopan laajuista tavaraliikenneverkkoa. Yhteistyöhön on perustettava toiminnon edellyttämät menettelyt. (ibid 15 artikla) Kansainvälisten reittien alustavat suunnitelmat on varmistettava viimeistään 11 kuukautta ennen liikenteen aikataulun voimaantuloa. Alustavia reittisuunnitelmia noudatetaan seuraavien menettelyjen aikana mahdollisimman pitkälle. (ibid liite III)

Infrastruktuurin hallinnon on esitettävä kapasiteettihakemusten perusteella tehtyä liikenteen aikataulua koskeva ehdotus viimeistään 4 kuukauden kuluttua kapasiteetin hakemisen määräajan umpeutumisen (ibid liite III). Ehdotuksen esittämisen jälkeen infrastruktuurin hallinnon on kuultava asianomaisia osapuolia¹ ja annettava heille vähintään kuukausi aikaa esittää näkemyksensä (ibid 20 artikla).

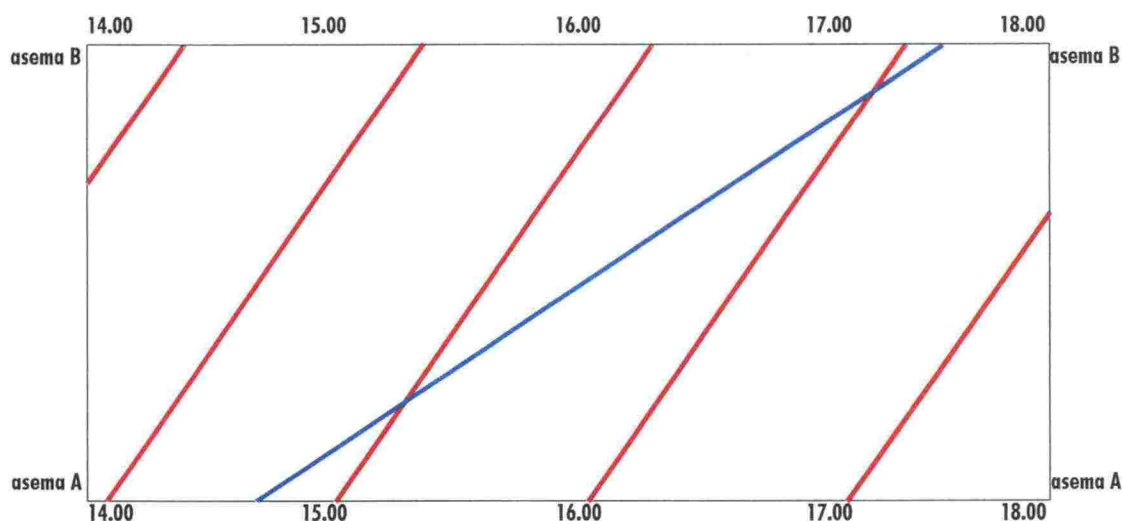
¹”Asianomaisiin osapuoliin kuuluvat kaikki kapasiteettia hakeneet sekä muut osapuolet, jotka haluavat esittää huomautuksiaan siitä, miten liikenteen aikataulu saattaa vaikuttaa niiden mahdollisuuksiin hankkia rautatiepalveluja aikataulukaudella.” (2001/14/EY 20 artikla)

7.3 Ratakapasiteetin jakaminen ja vakioaikataulu

7.3.1 Vakioaikataulun ongelma kilpailutilanteessa

Vakioaikataulu muodostaa junaliikennejärjestelmän, joka muodostaa järjestettyjen vaihtojen vuoksi toimivan kokonaisuuden. Järjestelmän aikataulurakenne on jäykkä muutoksille ja sinne on vaikea tehdä pieniä, saati suuria muutoksia. Kokonaisuus menettää toimivuuttaan ja luomansa lisäarvon, jos osaa sen rakenteesta toteutetaan eritavalla.

Perinteinen rautatieliikennejärjestelmä on kilpailutilanteessa vakioaikataulun mukaista järjestelmää toimivampi, koska perinteinen liikennejärjestelmä koostuu yksittäisistä junayhteyksistä, jolloin se on joustavampi hakemusten yhtensovittamisprosessissa. Yksittäisiä junavuoroja voidaan muokata tai siirtää mahdollisuuksien mukaan.



Kuva 30. Kilpailutilanteessa mahdolliset vakioaikataulu- ja tavarajunahakemukset.

Kuva 30 esittää kaksiraiteisen radan graafista aikataulua yhteen suuntaan. Raiteelle on esitetty kaksi päällekkäistä ratakapasiteettihakemusta, joista toinen on säännöllistä henkilöliikennettä ja toinen hidas tavarajuna. Kuvassa vakioaikataulun mukainen liikenne on merkitty punaisilla aikatauluviivoilla. Kuvan tavarajuna (sininen viiva) lähtisi asemalta A 14:45 ja saapuisi asemalle B 17:30. Kuvassa henkilöliikenteen tuntien 15 ja 16 lähdöt ovat ristiriidassa tavaraliikenteen junan kanssa. Kun ratakapasiteetti voidaan kohdentaa vain tietylle hakemukselle, on kyseessä ratakapasiteetin riittämättömyysongelma.

Kilpailutilanteessa päällekkäiset ratakapasiteettihakemukset käynnistävät kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivin mukaisen ratakapasiteetin jakamisprosessin. Jos vakioaikatauluha- kemuksen kanssa kilpailevat ratakapasiteettihakemukset tai osa niistä hyväksytään, tulee vakioaikatauluun poikkeustilanteita, jotka laskevat junaliikennejärjestelmän palvelutasoa.

7.3.2 Ratakapasiteetin jakamisen kriteerejä

Ratakapasiteetin jakamisen tulisi perustua tehokkuuteen, jolloin rataverkon käytöstä saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri. Tällöin kannattavimmalla liikenteellä tulisi olla mahdollisuus laajentaa toimintaansa ja uusilla yrityksillä pitäisi olla mahdollisuus päästä markkinoille, jos niiden toiminta on riittävän kannattavaa. Lisäksi ratakapasiteetin jaon tulisi tukea rautatieliikenteen pitkän aikavälin tavoitteita. (Järvelä 1997 s.53, Nilsson 2001 s.14-16)

Kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi kieltää ratakapasiteetin huutokauppaamisen, mikä tarkoittaa, että ylikuormitetun ratakapasiteetin jakaminen ei voi perustua franchising- sopimukseen eikä maksuhalukkuuteen perustuvaan hinnoitteluun.

7.3.3 Ratkaisuehdotuksia

UIC (2001 s.11-12) ehdottaa ylikuormitetun ratakapasiteetin jakamisen yhdeksi ratkai- suksi priorisointia. Asettamalla vakioaikataulujärjestelmän hakemus yksittäistä hake- musta tärkeämmäksi, voidaan vakioaikataulun mukainen liikenne pitää toimivana. Lisäksi eri liikennemuotoja voidaan priorisoida. Infrastruktuurin haltijan ei tule kuiten- kaan antaa millekään rautatieyritykselle kilpailuetua.

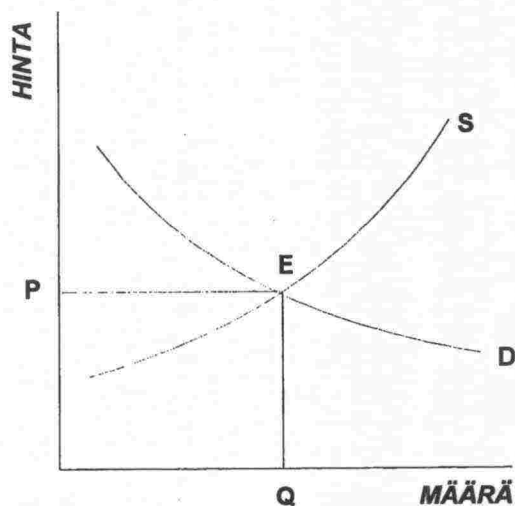
Uuden kapasiteetin hakijat voivat ymmärtää vakioaikataulun merkityksen ja hakea ratakapasiteettia, joka ei ole jo käytössä, jos vakioaikataulujärjestelmä toimii hyvin. Tällöin vakioaikataulun ohella muu ratakapasiteetti olisi vapaasti haettavissa.

- *Euroopan komissio on ehdottanut kilpailun lisäämistä rataverkolla.*
- *Rautatieliikenteestä on puuttunut alan sisäinen kilpailu ja uusien tulokkaiden uhka.*
- *Ratakapasiteetin jakamisella tarkoitetaan rataverkon käyttöoikeuden myöntämistä tietyille rautatieyritykselle.*
- *Euroopan unionin direktiivi 2001/14/EY määrittelee periaatteet ja menettelytavat ratakapasiteetin jakamiseen, ratamaksun perimiseen ja turvallisuustodistuksen antamiseen.*
- *Infrastruktuurin hallinnon on julkaistava verkkoselostus, joka kuvaa rautatieyrityksille, miten ja mihin hintaan ne voivat saada ratakapasiteettia käyttöönsä.*
- *Vakioaikataulu on kilpailutilanteessa ongelmallinen, koska se on järjestelmällinen kokonaisuus.*

8 VAKIOAIKATAULUN ARVIOINTIA JA VAIKUTUKSIA

8.1 Vakioaikataulun vaikutus kysyntään

Vakioaikataulun vaikutusta kysyntään voidaan tarkastella palvelutason, kilpailun, markkinoinnin ja kansantalouden teorioiden valossa. Hyödykkeiden, kuten junamatkojen, *kysyntä* on riippuvainen sen hinnasta, kuluttajien tuloista, muiden hyödykkeiden hinnoista ja kuluttajien preferensseistä. Kysyntäkäyrä (D, kuva 31) osoittaa, miten paljon hyödykkeitä ollaan halukkaita ostamaan kullakin hinnalla. Vastaavasti hyödykkeiden *tarjonta* on riippuvainen sen hinnasta, muiden hyödykkeiden hinnoista ja tuotanto-olosuhteiden muutoksista. Tarjontakäyrä (S) osoittaa, kuinka paljon hyödykettä ollaan halukkaita myymään kullakin hinnalla. Kysyntä- ja tarjontakäyrien leikkauspisteessä (E) vallitsee markkinoiden tasapaino. (Pekkarinen & Sutela 1988 s.90-97)

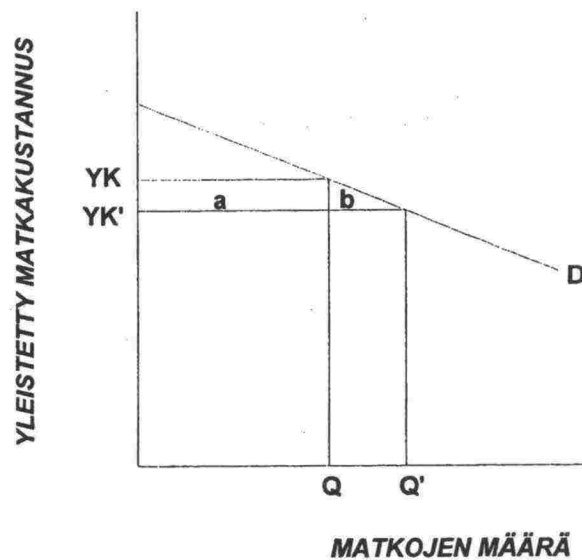


Kuva 31. Kysyntä- ja tarjontakäyrä.

8.1.1 Palvelutasoinen perspektiivi

Vakioaikataulun mukaisessa rautatieliikennejärjestelmässä palvelutaso paranee, koska vuorovälit tehdään säännöllisiksi ja vaihdot järjestetyiksi, mikä voi lyhentää matka-ajan kokonaiskestoa. Yleistetty matkakustannus pienenee parantuneen palvelutason ja lyhyemmän matka-ajan vuoksi. Yleistetyn matkakustannuksen pieneneminen lisää junalla tehtyjen matkojen määrää.

Kuva 32 esittää graafisesti vakioaikataulun mahdollistaman matkojen määrän kasvun. Vakioaikataulu lisää rautatieliikenteen palvelutasoa ja lyhentää vaihdollisten junamatkojen vaihto- ja kokonaismatka-aikaa, jolloin yleistetty matkakustannus pienenee arvosta YK arvoon YK'. Tämän johdosta matkojen määrä lisääntyy arvosta Q arvoon Q'. Yleistetyn matkakustannuksen muutoksen hyöty matkustajille ilmenee alueissa a ja b. (Särkilahti 1996 s.27-28)



Kuva 32. Vakioaikataulu, yleistetty matkakustannus ja matkojen määrä.

8.1.2 Kilpailuteoreettinen perspektiivi

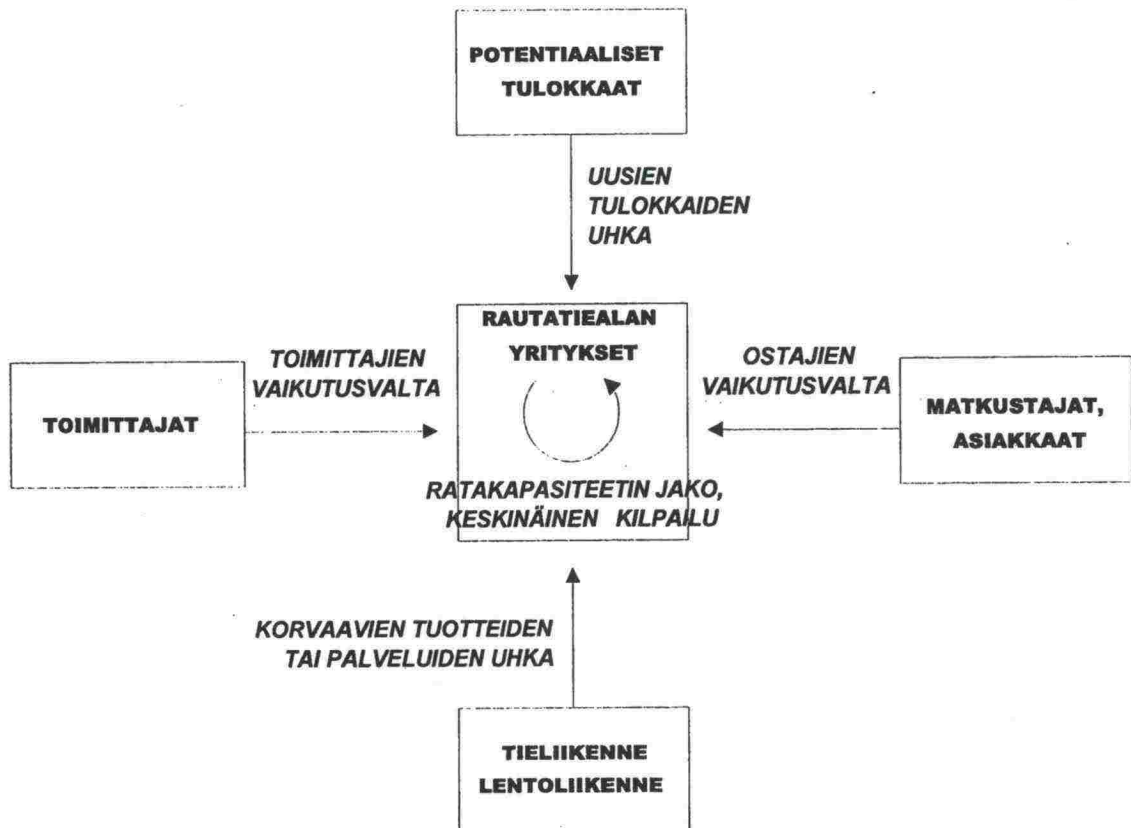
Porterin (1984 s.23-51) mukaan kilpailustrategian määrittelyn olennaisin periaate on yrityksen suhteuttaminen ympäristöönsä. Kilpailutilanne riippuu viidestä perustekijästä, joita toimialan sisäisen kilpailun lisäksi ovat toimittajat, ostajat¹, toimialan mahdolliset uudet tulokkaat ja korvaavat tuotteet² (kuva 33).

Sisäinen kilpailu tarkoittaa toimialalla toimivia, samankaltaisia tuotteita tai palveluita myyviä kilpailijoita. Resurssien toimittajat ja tuotteita tai palveluksia ostavat asiakkaat kuuluvat samaan arvoketjuun. Toimittajien ja ostajien vaikutusvalta perustuu heidän neuvotteluvoimaansa. Korvaavien tuotteiden tai palveluiden uhka perustuu kilpailukykyisiin yrityksiin tai toimialoihin, jotka tarjoavat nykyisille tuotteille tai palveluille vaihtoehtoisia tapoja tyydyttää asiakastarpeet. (Porter 1984 s.23-51, Johnson & Scholes 1999, s.115-124, Räsänen 1997 s.98-100)

Rautatietoimialan henkilökaukoliikenteen näkökulmasta korvaavia tuotteita ovat henkilöauto-, linja-auto- ja lentoliikenne, jotka kaikki kilpailevat samoista matkustajista. Korvaavien tuotteiden uhka syntyy eri yritysten ja toimialojen tuotteiden tai palvelujen erilaisista ja muuttuvista hinta/laatu –suhteista (Pirjetä 2000). Vakioaikataulun käyttöönotto parantaa junamatkustamisen laatua, jolloin junaliikenteen asema muihin kilpaileviin liikennemuotoihin nähden paranee. Tämä siirtää matkustajia muista liikennemuodoista junaliikenteen matkustajiksi. (Porter 1984 s.44-46, Campos & Cantos 2000 s.212-216)

¹Matkustajat, asiakkaat.

²Substituutit.



Kuva 33. Toimialan kilpailuun vaikuttavat tekijät.

8.1.3 Markkinointiteoreettinen perspektiivi

Markkinoinnin lähtökohtana on, että *asiakas* määrittelee palvelun laadun (Kotler & Armstrong 2001 s.681). Laatu ilmentää asiakkaan odotusten suhdetta toteutuneeseen palveluun. Karhusen (1993 s.71), Suomisen (1999 s.57-58), Tikkasen (1989 s.37) ja Weurlanderin (1996 s.91-92) tutkimusten tulokset osoittavat, että matkustajat haluavat lyhyet vaihto- ja odotusajat sekä kokevat järjestetyn vaihdon huomattavasti mielekkäämpänä kuin järjestämättömän vaihdon. Vakioaikataulun mukainen järjestelmä vastaa matkustajien odotuksiin, koska useiden solmupisteiden vaihdot ovat järjestettyjä, jolloin vaihtaminen käy helposti ja nopeasti. Lisäksi VR:n saaman asiakaspalautteen mukaan matkustajat priorisoivat aikataulutäsmällisyyden ja pääsyn helppouden liikenteen nopeutta korkeammalle (Oksanen 2001).

Vakioaikataulu lisää rautatieliikenteen laatua asiakkaan silmissä. Rautatieliikenteen laadun parantuminen lisää matkustajien tyytyväisyyttä, mikä vaikuttaa positiivisesti asiakaspysyvyyteen. Parantuneet asiakastyytyväisyys ja -pysyvyys lisäävät matkustajan tekemiä matkoja. Lisäksi tyytyväinen matkustaja viestii palvelusta positiivisesti, mikä

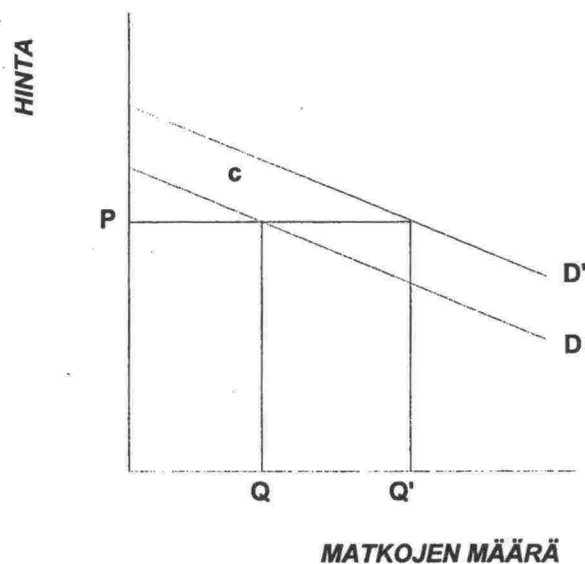
saattaa tuoda uusia matkustajia. (Ylikoski 1999 s.180-188, Kotler 2001 s.9-11,322-323, Kieran 1996)

8.1.4 Kansantaloudellinen perspektiivi

Kansantaloudellisessa tarkastelussa vakioaikataulun vaikutusta kysyntään voidaan lähestyä rajahyödyn, kynnyshintateorian ja kuluttajain ylijäämän kautta. Rajahyödyllä tarkoitetaan hyödyn lisäystä, kun hyödykkeen kulutus kasvaa yhdellä yksiköllä. Matkustajan valinta perustuu matkan rajahyödyn ja markkinahinnan suhteeseen. Voidaan olettaa, että vakioaikataulun käyttöönoton myötä rautatieliikennejärjestelmän palvelutaso kasvaa eli sen laatu paranee, jolloin matkustajan yhdestä matkasta saama hyöty kasvaa. Hinnan pysyessä samana junaliikenteen matka tulee suhteellisesti entistä edullisemmaksi, jolloin rationaalinen matkustaja tekisi enemmän matkoja. (Mäkelä 2000 s.15-17, Pekkarinen & Sutela 1998 s.59-61)

Kynnyshinta tarkoittaa matkan hintaa, jonka matkustaja on valmis korkeintaan maksamaan. Junalla matkustavat ne henkilöt, joiden kynnyshinta on yhtä suuri tai suurempi kuin markkinahinta. Laadun parantuessa ja hinnan pysyessä ennallaan voidaan ajatella, että kynnyshinta nousee. Tällöin lisäksi niistä potentiaalisista matkustajista, joiden kynnyshinta nousee markkinahinnan tasolle tai sen yli, tulee uusia matkustajia. (Mäkelä 2000 s.12-13)

Kuluttajain ylijäämällä voidaan tarkastella laadun vaikutusta kysyntään (kuva 34). Vakioaikataulu lisää rautatieliikenteen palvelutasoa ja lyhentää vaihdollisten junamatkojen vaihtoaikaa, mikä tyypillisesti lisää maksuhalukkuutta. Kysyntäkäyrä (D) siirtyy oikealle ylöspäin (D') laatuvaikutusten vuoksi. Kuluttajain ylijäämä kasvaa alueella c, kun hinta pysyy samana (P). Tällöin kysyntä kasvaa arvosta Q arvoon Q'.



Kuva 34. Laadun vaikutus kuluttajain ylijäämään.

8.1.5 Esimerkit Euroopasta

Sveitsissä liikenteen henkilökilometrien määrä kasvaa vuodessa 2-5 % vakioaikataulun ansiosta. *Bahn 2000* –suunnitelman toteuttamisen alkuvaiheessa neljän reitin junatarjonta tihennettiin tunnista puoleen tuntiin vuonna 1997. Junatarjonnan tihentäminen kasvattaa matkustajamääriä reitistä riippuen 30-40 %. (SBB 2001b, Today's Railways 1998 s.18)

Ranskassa TGV-junille käyttöönotettu vakioaikataulu lisäsi vuoden 1998 aikana matkustajia Pariisi–Lyon-välillä 12 % ja Pariisi–Lille-välillä 18 %. (IRJ 1999 s.20) Vuosina 1996-1999 matkustajamäärät Pariisin ja Lillen välillä ovat kasvaneet 50 % 2,6 miljoonasta matkustajasta vuodessa 3,9 miljoonaan matkustajaan, mikä on suurimmaksi osaksi vakioaikataulun ansiota (Today's Railways 2000 s.15).

8.2 Vakioaikataulun SWOT-analyysi

Tarkasteltavan asian sisäisen ja ulkoisen toimintaympäristön nykytilaa ja tulevaisuutta pyritään jäsentelemään SWOT-analyysillä. Nykytilassa olevat vahvuudet ja heikkoudet viittaavat sisäisiin tekijöihin. Tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat ovat ulkopuolisten tekijöiden aiheuttamia. (Johnson & Scholes 1999 s.190)

SWOT-analyysia käytetään kehittämisen ja arvioinnin välineenä. Tavoitteena on identifioida vahvuuksien ja heikkouksien nykytilaa sekä merkitystä toimintaympäristössä ja sen muutoksissa. Analyysilla arvioidaan myös mahdollisuuksien hyödyntämistä ja uhkien välttämistä. (ibid 1999 s.190-193)

Laaditun SWOT-analyysin tarkasteluperspektiivi on vakioaikataulun mukainen rautatieliikennejärjestelmä. Analyysi on rajattu tarkastelemaan perinteisestä järjestelmästä vakioaikatauluun siirtymisestä aiheutuvia muutoksia. Analyysissä ei siis tarkastella rautateitä tai rautateiden henkilöliikennettä.

Taulukko 13. Vakioaikataulun SWOT-analyysi.

<p>Strengths (vahvuudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Säännöllinen liikenne ja symmetria • Järjestetyt vaihtomahdollisuudet • Houkuttelevuus, <i>easy access</i> • Liikenteenhoidon tehostuminen • Kustannusten pieneneminen • Aikataulumuutokset vähenevät 	<p>Weaknesses (heikkoudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paikallisten tarpeiden huomioon ottaminen • Lipunmyyntiruuhat • Asemien ratakapasiteetin loppuminen • Haamukohtaamiset vähentävät ratakapasiteetin käyttöastetta
<p>Opportunities (mahdollisuudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integroitu liikenne • Matkustajamäärien kasvu • Tarjonnan lisääminen • Infrastruktuurin kehittämisen kohdistaminen • IT:n ja telematiikan käyttö 	<p>Threats (uhat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uudistuksen väärinymmärtäminen • Kilpailun negatiivinen vaikutus • Kysynnän ja tarjonnan kohdistaminen

8.2.1 Vahvuudet

Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä liikenteen laatu ja palvelutaso paranevat säännöllisen liikenteen ja järjestettyjen vaihtojen vuoksi. Rautatieliikenteen parantuneen laatutason ja helpomman tavoitettavuuden vuoksi rautatieliikenne ilmenee potentiaaliselle asiakkaalle houkuttelevampana liikennemuotona.

Liikenteen symmetria helpottaa aikataulusuunnittelua, koska eri junien yhteensovittaminen on helpompaa. Operatiivinen liikenteenohjaus helpottuu, kun liikenteen ohjaajat

rutinoituvat useita kertoja päivässä samanlaisina toistuviin tilanteisiin (Hovi 2000 s.1). Helpompi aikataulusuunnittelu ja liikenteenohjaus mahdollistavat liikenteenhoidon tehostumisen.

Vakioaikataulun mukainen järjestelmä mahdollistaa kalustokäytön ja henkilöstön kierron toteuttamisen johdonmukaisemmin, jolloin kustannustaso pienenee toiminnan tehostumisen vuoksi (Pellandini 1999 s.8, Hovi 2000 s.1).

Järjestelmätasoinen lähestyminen mahdollistaa sen, että aikataulu pysyy samanlaisena useamman aikataulukauden kuin perinteisessä järjestelmässä. Aikataulumuutosten vähentyminen on asiakkaiden kannalta positiivinen asia. (Stohler 1993 s.64)

8.2.2 Heikkoudet

Järjestelmässä ei voida aina ottaa paikallisia tarpeita huomioon, koska järjestelmä rakentuu palvelemaan kokonaisuutta. Liikennejärjestelmän kokonaisuus pyritään pitämään toimivana, jolloin paikallisten tarpeiden suhteen ei aina voida joustaa. Tällöin yksittäisen rataosuuden matka-aika voi olla suurempi kuin perinteisessä järjestelmässä. (Hovi 2000 s.5)

Vakioaikataulun mukaisesti junat lähtevät solmuasemalta lähes samaan aikaan tasatunnein, mikä voi synnyttää ruuhkahuippuja lipunmyyntipisteisiin. Lipunmyynti keskittyy tunnin sisällä 15 minuutin sisään, jolloin henkilöstölle jää aikaa muille tehtäville. Lisäksi asiakkaan kannalta lipun ostaminen saattaa vaikeutua, kun jonottamiseen kuluu enemmän aikaa kuin perinteisessä järjestelmässä. Vakioaikataulun käyttöönoton yhteydessä lipunmyynnin tasaaminen koko tunnille on yksi keskeinen ongelma. Lipunmyynnin nykytilanne ei kuitenkaan eroa suuresti vakioaikataulun mukaisesta tilanteesta.

Vakioaikataulun mukaisessa järjestelmässä junat saapuvat solmupisteisiin hieman ennen tasatuntia ja lähtevät tasatunnin jälkeen. Tasatunteilla eri suunnista tulevat junat ovat pysähtyneenä solmupisteissä. Tasatuntien kysyntäpiikki voi olla niin suuri, että aseman laiturit eivät riitä.

Järjestelmässä junille varataan aikatauluviivat vakioille symmetriaminuuteille vuorovälitunneille. Suunnitelmavaiheessa vastakkaisiin suuntiin liikkuvan liikenteen junakoh- taamiset ja samaan suuntaa liikkuvan liikenteen junaohitukset sovitellaan rataverkon

ominaisuuksien mukaan kohtauspaikoille ja asemille. Käytännössä ruuhkahuippujen ulkopuolella joitakin junavuoroja voidaan jättää ajamatta pienen kysynnän vuoksi. Tällöin säännöllisesti toistuvaa junakohtausta ei tapahdu, mutta järjestelmän säännöllisyyden ja järjestelmällisyyden vuoksi radalla liikkuva juna toimii säännöllisten junakohtauksien aikataulun mukaisesti. Nämä ns. haamukohtaukset vähentävät ratakapasiteetin käyttöastetta. Haamukohtauksia voidaan hyödyntää esim. tavaraliikenteen tarpeisiin.

8.2.3 Mahdollisuudet

Säännöllinen junaliikenne luo mahdollisuuden synkronoida eri liikennemuotojen aikatauluja. Integroidussa liikennejärjestelmässä junaliikenne toimii runkokuljettajana, johon muut liikennemuodot yhtyvät liityntäliikenteenä. Yhteinen maksujärjestelmä eri liikennemuodoissa helpottaisi matkustamista, nopeuttaisi vaihtoja ja lisäisi joukkoliikenteen houkuttelevuutta (Tuominen 1995 s.37, Oksanen 2001).

Vakioaikataulun mukainen liikennejärjestelmä parantaa rautatieliikenteen palvelutasoa ja laatua. Parantunut palvelutaso saattaa houkuttaa uusia matkustajia ja nykyisiä matkustajia tekemään enemmän junamatkoja, mikä tarkoittaa matkustajamäärien kasvua (luku 8.1). Euroopasta on useita esimerkkejä vakioaikataulun käyttöönoton jälkeisestä matkustajamäärien kasvusta.

Vakioaikataulun mukaisessa järjestelmässä tarjontaa voidaan kasvattaa lisäämällä säännölliselle vakiominuutille juna niille tunneille, joilla liikennöintiä ei vielä ole, edellyttäen, että uuden junan lisäyksen mahdollisuus on otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Junaliikennettä voidaan lisätä esim. ruuhkahuippujen ulkopuolelle siten, että tarjonta pidetään samanlaisena koko vuorokauden. Tämä ei vaadi lisäkalustoa, vaan perustuu kalustokierron tehostamiseen. Muodostettu lisäliikenne kasvattaa tällöin kokonaiskustannuksia vain muuttuvien kustannusten osalta. Suurempi junatarjonta lisää järjestelmän luotettavuutta ja kasvattaa siten matkustajamääriä. (Hovi 2001)

Vakioaikataulu mahdollistaa infrastruktuurin kehittämisen tarkastelun uudella tavalla. Huomio siirtyy solmupisteiden välisiin matka-aikoihin, jotka pyritään saamaan vuorovälin puolikkaan kerrannaisen suuruiseksi. Tarkastelun tuloksena löydetään asemaväle-

jä, joiden välistä ajoaikaa on lyhennettävä. Kehittämisinvestoinnit voidaan siis kohdistaa. (Stähli 1990 s.1466-1468)

Informaatioteknologian ja telematiikan käyttö vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä, etenkin integroidussa, antaa matkustajalle lisäarvoa matkaketjun informaation monipuolistuessa ja sen saannin helpottuessa. (RHK 2001d s.27, Mukula 2001 s.14-15)

8.2.4 Uhat

Uuden järjestelmän käyttöönoton yhteydessä osa matkustajista saattaa ymmärtää järjestelmän uudistamisen väärällä tavalla, jos asiakas tarkastelee yksittäistä junavuoroa kokonaisuuden sijaan. Tällöin matkustaja voi kokea, että vakioaikataulu on kokonaisuudessaan heikompi kuin perinteinen järjestelmä.

Kilpailutilanteessa päällekkäiset ratakapasiteettihakemukset käynnistävät ratakapasiteetin jakamisprosessin. Jos vakioaikatauluhakemuksen kanssa kilpailevat ratakapasiteettihakemukset tai osa niistä hyväksytään, tulee vakioaikatauluun poikkeustilanteita, jotka laskevat junaliikennejärjestelmän palvelutasoa.

Kysynnän ja tarjonnan kohdistamisen uhalla tarkoitetaan, että rautatieyhteyksistä tulisi etsiä kysytyjä välejä, joiden välillä vaihtomahdollisuus järjestetään. Vähäliikenteisten (pienen kysynnän) vaihtoyhteyksien järjestäminen voi olla kannattamatonta, jos siitä aiheutuu vaikeuksia esim. aikataulusuunnitteluun.

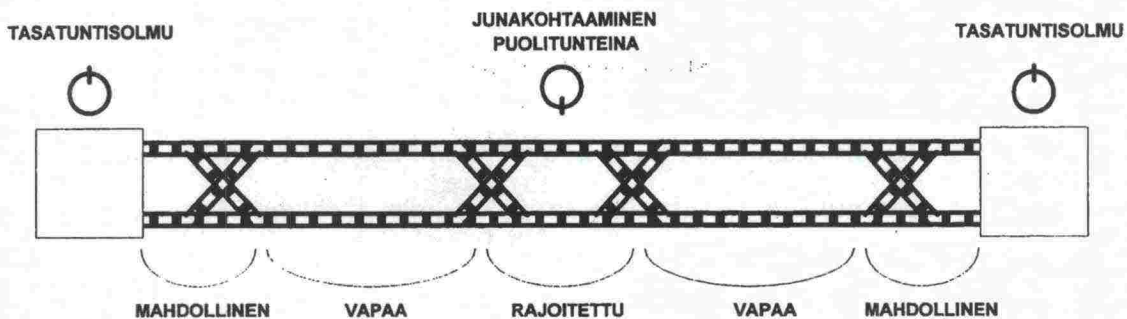
8.3 Vakioaikataulu ja ratatyöt

Kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi (2001/14/EY artikla 7) määrittelee, että rataverkon ylläpitoon on varattava tarvittava ratakapasiteetti, josta voidaan periä maksu. Suomessa maksua ei kuitenkaan peritä. Tällä ratatyöt pyritään sijoittamaan sellaisille ajankohdille, että itse ratatöistä ja ratakapasiteetin käyttömaksusta aiheutuvat kustannukset saavuttavat optimaalisen tason.

8.3.1 Ratatyöt kaksiraiteisella radalla

Kaksiraiteisella radalla vakioaikataulun mukaisen liikenteen ja radan ylläpito- ja kunnostustöiden yhteensovittaminen on mahdollista. Vakioaikataulu osoittaa, milloin ratatöitä voidaan tehdä. Lisäksi vakioaikataulua voidaan käyttää puolenvaihtopaikkojen sijoittamisen suunnitteluun. (Keränen 2001b)

Kuvassa 35 on esimerkkitapaus, jossa solmupisteiden välimatka on tunti. Tunnin vuorovälin liikennetiheydellä junakohtaukset tapahtuvat solmupisteiden puolivälissä puolitunteina (30 minuuttia tasatuntien yli). Junakohtauspaikassa ratatöiden tekemiseen on vain rajoitettu mahdollisuus, mikä tarkoittaa, että ratatyöt on tehtävä öisin. Solmupisteiden läheisillä rataosuksilla ratatöitä voidaan tehdä mahdollisuuksien mukaan päivällä tai yöllä. Edellisten kohteiden väliin jäävällä osuudella ei ole tarvetta junakohtaamisille, mikä tarkoittaa, että toinen raide voidaan sulkea liikenteeltä. Puolenvaihtopaikat mahdollistavat ratatöiden tekemisen päiväsaikaan liikennöinnin sujuessa tavanomaiseen tapaan.



Kuva 35. Kaksiraiteisen radan ratatöiden järjestäminen.

8.3.2 Case: Gotthard-tunnelin korjaustyöt

Sveitsin ja Italian välillä kulkee Zürichistä Milanoon rautatieyhteys, jossa Airolon ja Göschenen välillä on 15 km pitkä Gotthard-tunneli. Tunnelissa syksyllä 2001 ja keväällä 2002 tehtävistä korjaustöistä aiheutuu liikenteelle kolmen minuutin matka-ajan pidennys (AlpTransit 2001). Sveitsissä ja osassa Italiaa on käytössä vakioaikataulu, joten kolmen minuutin siirtäminen aikatauluihin voisi sekoittaa rautatieliikennejärjestelmän, koska kaikki jatkoyhteydet olisi järjestettävä uudestaan. Gotthard-tunneli sijaitsee Bellinzonan ja Arth-Goldaun välisellä rataosalla. Junat lähtevät Bellizonasta

viisi minuuttia tasatuntien yli, pysähtyvät väliasemilla ja saapuvat Arth-Goldauun neljä minuuttia yli tasatunnin. Vastakkainen suunta toimii symmetrian mukaisesti.

Tavoitteena oli etsiä keino, jolla Gotthard-tunnelin korjaustöistä aiheutuva matka-ajan pidennys voitaisiin poistaa. Ratkaisuna on päädytty tilanteeseen, jossa Bellinzonan ja Arth-Goldau väliseltä rataosuudelta jätettiin asemapysähdys Faidossa pois, mikä mahdollistaa tarvittavan kolmen minuutin aikasäästön. Junayhteydet Faidoon ja Faidosta hoidetaan infrastruktuurin haltijan maksamilla bussiyhteyksillä, jotka kuljettavat matkustajia Faidon ja viereisten asemien väleillä. Vaihtoyhteydet junien ja bussien välillä ovat järjestettyjä. (SBB 2001a)

8.4 Vakioaikataulu ja kannattavuuslaskelmat

Kehittämishankkeiden yhteiskuntataloudellista kannattavuutta voidaan tarkastella YHTALI-laskelman avulla. YHTALI-laskelmalla tarkoitetaan kustannushyötyanalyysia, jossa yhteiskuntataloudellisia hyötyjä verrataan haittoihin. Kannattavuuslaskelman tulokset esitetään hyöty/kustannus (H/K) –suhteena. Mikäli H/K –suhde on suurempi kuin yksi, on hanke yhteiskuntataloudellisesti kannattava. (VR 1998 s.53)

Vakioaikataulun mukaiset kohdistetut investoinnit eivät näytä YHTALI-laskelmissa yhtä kannattavilta kuin mitä ne todellisuudessa järjestelmän kannalta ovat. YHTALI-laskelman kvantitatiivinen tarkastelu ei nyky muodossaan ota huomioon liikennejärjestelmän laadullisia ominaisuuksia. Vakioaikataulu mahdollistaa investointien kohdistamisen ja vastaavasti se osoittaa rataosia, joille *ei* tarvitse investoida. YHTALI-laskema ei ota huomioon kohdistettujen ja tarpeettomien investointien osoittamisen mahdollistamia hyötyjä. Esimerkiksi Länkipohja–Jämsä-oikaisun H/K –suhde on 0,3 (VR 1998 s.59), vaikka vakioaikataulujärjestelmän kannalta sen toteuttaminen olisi kannattavampaa, koska sen toteuttaminen mahdollistaisi järjestelmän soveltamisen Tampereelta Jyväskylään.

Liikennejärjestelmän laadulliset ominaisuudet sekä kohdistettujen ja tarpeettomien investointien osoittamisen hyödyt voidaan kuitenkin ottaa YHTALI-laskelmassa huomioon. Vakioaikataulun käyttöönoton jälkeen YHTALI-laskemissa tulisi ottaa huomioon todelliset aikasäästöt teoreettisten sijaan sekä lisätä kohdistettujen investointien mahdollistamat lisähyödyt laskettaviin hyötyihin.

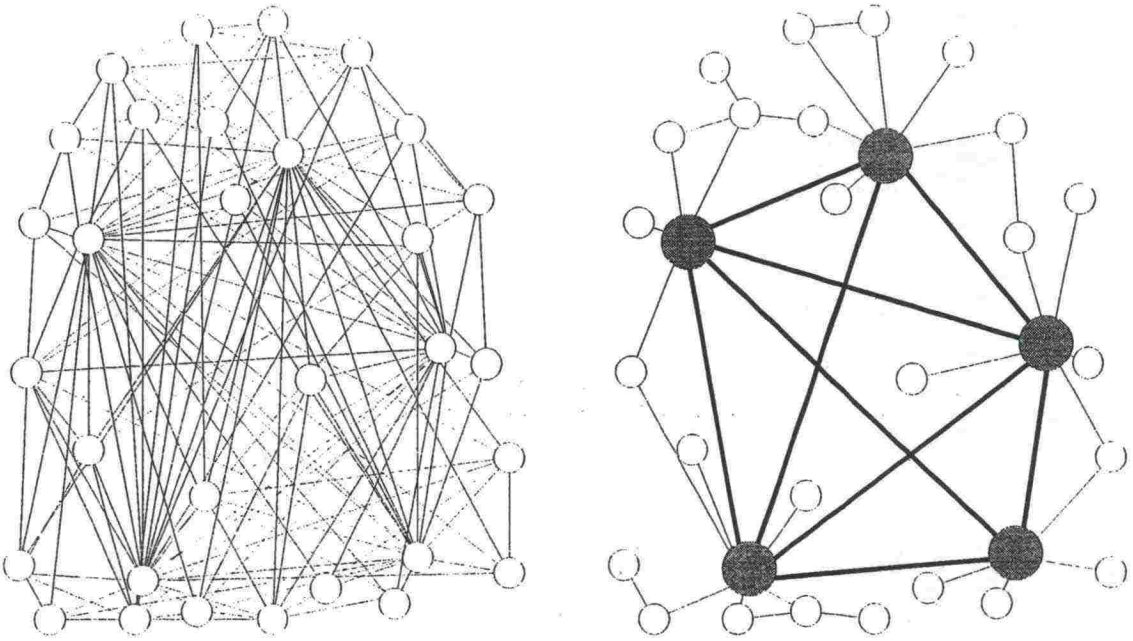
8.5 Analogia lentoliikenteen hub and spoke –järjestelmään

Perinteisessä lentoliikenteen *point to point* –järjestelmässä lentoyhtiöt tarjosivat suoria reittilentoja pysähdyksillä, jotka olisivat maksimoineet matkustajamäärät. Kysyntä pitkillä useiden pysähdysten reiteillä oli kuitenkin vähäistä ja se rajoittui lennoille, joilla oli enintään yksi pysähdys. Tällöin lentokoneiden täyttöaste vaihteli huomattavasti eri lentoasemien välillä. (Coyle et al. 1999 s.454-455)

Lentoliikenteen *hub and spoke* –järjestelmällä¹ tarkoitetaan keskusasemista (hub) ja niihin liittyvistä pienemmistä asemista muodostuvaa verkkoa. Lähes kaikki lennot kulkevat keskusasemien kautta, jolloin matkustajat voivat vaihtaa konetta ja jatkaa matkaa haluamaansa kohteeseen. Eri suunnista lennot saapuvat keskusasemille ja sieltä ne lähtevät lähes samaan aikaan, jolloin vaihtaminen lentojen välillä on mahdollista. Keskusasemalla on päivittäin 3-8 edellä kuvattua liikenneaaltoa. (Mäkelä & Tuominen 1997 s.38)

Hub and spoke –järjestelmää käyttävä lentoyhtiö voi tarjota useampia lentoasemien välisiä yhteyksiä, tehostaa kalustokiertoa ja pidentää reittejä. Keskusasemana toimivilta lentoasemilta vaaditaan riittävää kiitotie- ja terminaalikapasiteettia liikenneaaltojen välittämiseksi. (Mäkelä & Tuominen s.39) Kuvassa 36 esitetään lentoliikenteen point to point (vasemmalla) ja hub and spoke –järjestelmät. Kuvassa tavalliset asemat esitetään pieninä ympyröinä ja keskusasemat suuremmilla harmailla ympyröillä.

¹Suomenkielinen vastine on säteittäiskeskusverkko.



Kuva 36. Lentoliikenteen point to point ja hub and spoke –järjestelmät.

Hub and spoke –järjestelmä muistuttaa olennaisesti rautatieliikenteen vakioaikataulua. Järjestelmissä lentokoneet ja junat tulevat samaan aikaan asemille, jolloin vaihtaminen on helppoa. Vaihdon helppouden vuoksi matkustaja voi luoda itselleen toimivan matkaketjun.

9 PÄÄTELMIÄ

9.1 Vakioaikataulun käyttöönotto

Vakioaikataululla on selviä etuja ja toisaalta haittoja. Vakioaikataulu edustaa kvalitatiivista lähestymistapaa liikenteen ja infrastruktuurin suunnitteluun. Vakioaikataulun käyttöönotto kasvattaa liikenteen palvelutasoa ja se saattaa lisätä rautatieliikenteen kysyntää, kuten Euroopassa on tapahtunut. Tutkimusaineiston perusteella vakioaikataulun käyttöönotto olisikin suositeltavaa.

9.2 Rautatieliikennejärjestelmän kehittäminen

Rautatieliikennejärjestelmän kehittäminen tapahtuu rautatieyhtiöiden ja infrastruktuurin haltijan yhteistyönä. Infrastruktuurin haltijan tulisi pyrkiä kohdistamaan kehittämisinvestointeja vakioaikataulun näkökulmasta, jos vakioaikataulu otetaan käyttöön. Kehittämisinvestoinneissa tarvitaan vahvasti myös liikenne- ja aikataulusuunnittelun osallistumista. Koordinointi, kommunikointi ja yhteistyö eri tahojen välillä ovat keskeisessä asemassa liikenteen ja rataverkon kehittämisessä.

Vakioaikataulu on henkilöliikenteen järjestelmä ja sen osoittamat kehittämiskohteet koskevat henkilöliikenteen tarpeita. Henkilöliikenteen tarpeiden ohella tavaraliikenteen tarpeet rataverkon kehittämisessä tulee ottaa huomioon.

9.3 Vakioaikataulu kilpailutilanteessa

Rautatieliikenteen kilpailusta puhuttaessa on muistettava, että rautatieliikenteen kilpailun sekä innovaatioiden, laadun varmistamisen ja hintojen laskemisen välillä ei ole automaattista kausaalisuhdetta. Vakioaikataulun mahdollisuuksia rautatieliikenteen kilpailutilanteessa tulisi selvittää, jotta kasvanut palvelutaso ei laskisi kilpailun negatiivisen vaikutuksen vuoksi. Ratkaisua tulisi löytää mm. kysymykseen, mikä on vakioaikatauluhakemuksen ja yksittäisen junan hakemuksen arvojärjestys ja miten se ilmenisi ratakapasiteetin jaossa.

9.4 Kohti integroitua liikennejärjestelmää

Vakioaikataulu antaa hyvän peruselementin valtakunnallisen integroidun joukkoliikennejärjestelmän kehittämiseen. Eri joukkoliikennemuotojen synkronoiduilla aikatauluilla ja yhteisellä maksujärjestelmällä sekä matkakeskuksilla voitaisiin aktiivisesti tavoitella kilpailua yksityisautoilun kanssa.

9.5 Jatkotutkimusaiheita

Työn aikana nousi esiin useita rajapintaan liittyviä asiakokonaisuuksia, joista olisi hyvä tehdä jatkotutkimusta. Näitä aiheita ovat:

- investointien kohdistaminen vakioaikataulun vaatimusten mukaan
- rataverkon kehittämisen kohdentaminen tavaraliikenteen näkökulmasta
- rataverkon kehittäminen henkilö- ja tavaraliikenteen koordinoituna hankkeena
- vakioaikataulu ja matkaketjut
- vakioaikataulu ja rautatieliikenteen kilpailu
- vakioaikataulun mukainen kannattavuuslaskelma.

10 YHTEENVETO

Rautatieliikennettä, rataverkkoa ja junaliikenteen aikataulua tarkastellaan usein kvantitatiivisilla mittareilla, joita ovat esimerkiksi nopeus ja ratakapasiteetin käyttöaste. Kvantitatiivisessa tarkastelussa laadulliset ominaisuudet voivat jäädä sivuun. Useiden tutkimusten tulokset kuitenkin osoittavat, että matkustajat painottavat matkan laadullisia tekijöitä ja haluavat esim. lyhyet odotus- ja vaihtoajat. Järjestetty vaihto koetaan huomattavasti mielekkäämpänä kuin järjestämätön vaihto. Lisäksi matkustajat arvostavat täsmällisyyttä enemmän kuin nopeutta. Rataosan kehittäminen voi osoittautua henkilöliikenteen kannalta hyödyttömäksi, jos kehittämissuunnittelua tehdään ainoastaan kvantitatiivisin perustein tai jos kehittämisen vaikutuksia tarkastellaan ainoastaan pienellä rajatulla alueella.

Vakioaikataulu on henkilöliikenteen aikataulujärjestelmä, jossa junaliikenne on säännöllistä ja symmetristä. Vakioaikataulu on säännöllisyytensä vuoksi helppolukuinen ja sen voi muistaa ulkoa. Vakioaikataulun mukaisessa liikennejärjestelmässä junat lähtevät ja saapuvat säännöllisin vuorovälein tietyllä vakiona pysyvällä minuuttiluvulla. Vuoroväli voi olla tunti tai puoli, kaksi tai kolme tuntia. Lähiliikenteessä vuoroväli voi olla 15 minuuttia. Junat saapuvat solmuasemalle hieman ennen tasa- tai puolituntia ja lähtevät tasa- tai puolitunnin jälkeen, jolloin vaihtaminen junien välillä käy helposti.

Vakioaikataulussa solmupisteet ja järjestetyt vaihdot muodostavat yhteyksistä matriisijärjestelmän, jossa matkaketjun luominen on helpompaa. Lisäksi muiden joukkoliikennemuotojen aikataulujen synkronointi vakioaikatauluun mahdollistaa integroidussa liikennejärjestelmässä toimivien matkaketjujen luomisen. Järjestelmän solmupisteissä on järjestetyt vaihdot, jotka toistuvat säännöllisesti samanlaisina. Vakioaikataulu parantaa junaliikenteen palvelutasoa.

Junamatkojen pieni kysyntä ja pitkät kohtauspäikkävälit rajoittavat vakioaikataulun soveltamista Suomeen. Vakioaikataulua voidaan soveltaa Etelä-Suomeen, koska siellä junien nykyiset ajoajat voidaan sovittaa vakioaikatauluun ja säännöllisen liikenteen edellytykset ovat olemassa. VR Osakeyhtiön VALI-suunnitelmassa vakioaikataulua noudatetaan Helsingin sekä Turun, Tampereen ja Kouvolan välisessä henkilöliikenteessä. Suunnitellussa aikataulujärjestelmässä junien matka-ajat ja pysähtymiskäyttötymi-

nen pidetään mahdollisuuksien mukaan samoina samassa junatyypissä. Pääkaupunki-seudun lähiliikenne ja tavaraliikenne on mahdollista sovittaa henkilökaukoliikenteen vakioaikatauluun.

Perinteisesti junaliikenteen tarjonta ja aikataulut on muodostettu olemassa olevan infrastruktuurin perusteella. Liikenteen tarjonnan suunnittelun jälkeen on tarkasteltu, soveltuuko se nykyiselle infrastruktuurille. Jos suunniteltua liikennettä ei ole voitu toteuttaa rataverkolla, on liikenteen suunnitelmaa muutettu. Infrastruktuuri-investointeja on kohdistettu korkean kapasiteetin käyttöasteen rataosuuksille tai pullonkauloihin kapasiteettitarpeen perusteella.

Rataverkko on toiminnallinen kokonaisuus ja sen kehittämisen vaikutuksia ei tulisi tarkastella pelkästään yksittäisellä rataosuudella, vaan lisäksi koko rataverkolla. Vakioaikataulun mukainen liikennejärjestelmä mahdollistaa rataverkon kehittämisen aikataulun ja sen tarpeiden perusteella. Vakioaikataulu mahdollistaa perinteisen suunnittelun lisäksi käänteistä aikataulu- ja liikennesuunnittelua, jossa ensin määritellään millaista liikennettä ja millaisia aikatauluja halutaan tarjota. Tavoitellun liikenteen perusteella nähdään, millainen kehittämistarve kohdistuu infrastruktuuriin ja kalustoon, jotta määritelmän mukainen liikenne voitaisiin toteuttaa. Vakioaikataulun käyttö mahdollistaa järjestelmätasoisien lähestymisen rataverkon kehittämiseen.

Vakioaikataulun mukaisia rataverkon kehittämiskohteita ovat ne rataosat, joiden ajoajat poikkeavat tavoite-etäisyyksistä. Kehittämiskohteina olevien rataosien ajoaikaa pyritään lyhentämään tavoiteltuun tavoite-etäisyyteen. Rataosan nopeuttaminen voidaan toteuttaa investoimalla infrastruktuuriin tai kalustoon. Vakioaikataulun mukainen rataverkon kehittäminen edellyttää rataverkon kehittämis- ja liikennesuunnittelijoiden yhteistyötä, jotta rajalliset kehittämisvarat voidaan kohdistaa siten, että investoinnista saatava hyöty on mahdollisimman suuri.

Vakioaikataulu muodostaa järjestettyjen vaihtojen vuoksi toimivan junaliikennejärjestelmän. Järjestelmän aikataulurakenne on jäykkä muutoksille ja sinne on vaikea tehdä muutoksia. Kokonaisuus menettää toimivuuttaan ja luomansa lisäarvon, jos osaa sen rakenteesta toteutetaan eri tavalla. Kilpailutilanteessa päällekkäiset ratakapasiteettihaemukset käynnistävät kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivin mukaisen ratakapasiteetin jakamisprosessin. Jos vakioaikatauluhakemuksen kanssa kilpailevat ratakapasiteettiha-

kemukset tai osa niistä hyväksytään, tulee vakioaikatauluun poikkeustilanteita, jotka laskevat junaliikennejärjestelmän palvelutasoa.

LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

Kirjat

- Coyle, J., Bardi, E., Novack, R. 1999. Transportation.
Fifth edition. ISBN 0-538-88180-1
- Johnson, G, Scholes, K. 1999. Exploring Corporate Strategy.
Fifth edition, 560 s. ISBN 0-13-080739-7.
- Kotler, P., Armstrong, G. 2001. Principles of Marketing.
Ninth edition, 785 s. ISBN 0-13-028329-0
- Mäkelä, T., Tuominen, V. 1997. Ilmaliikenne.
Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, julkaisu 28.
220 s. ISBN 951-722-713-2, ISSN 1238-2094
- Mäkelä, V. 2000. Käytännön kansantaloustiede.
2. painos, 172 s. ISBN 951-98006-4-6
- Ojala, J., Pursula, M. 1994. Taajamien joukkoliikenteen suunnittelu ja hoito.
Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, opetusmoniste 13. Suomen paikallisliikenneliitto ry. 238 s.
- Pachl, J. 1999. Systemtechnik des Schienenverkehrs.
283 s. ISBN 3-519-06383-2
- Pekkarinen, J., Sutela, P. 1988. Kansantaloustiede 1.
4. painos, 224 s. ISBN 951-0-15341-9
- Pekkarinen, J., Sutela, P. 1998. Kansantaloustiede.
4. painos, 269 s. ISBN 951-0-23427-3
- Porter, M. E. 1984. Strategia kilpailutilanteessa.
431 s. ISBN 951-9103-16-3
- Räsänen, K. 1997. Kehittyvä liiketoiminta. Haaste tulevaisuuden osaajille.
3. painos, 186 s. ISBN 951-35-5939-4
- Tikkanen, M.-L. 1989. Yritysten käsitykset Helsingin joukkoliikenteestä ja sen soveltuvuudesta asiointimatkoihin.
Helsingin kaupungin liikennelaitos (HKL). 66 s. + 2 liitettä. ISBN 951-8926-04-2
- Tilastokeskus 2000. Liikennetilastollinen vuosikirja 2000.
SVT (Suomen virallinen tilasto), Liikenne ja matkailu 2000:17. 206 s.
ISBN 951-727-831-4, ISSN 0785-6172

Ylikoski, T. 1999. Unohtuiko asiakas?
2. painos, 358 s. ISBN 951-98006-1-1

Kokoomateosten osat

Campos, J., Cantos, P. 2000. Railways.

Teoksessa: Privatization and Regulation of Transport Infrastructure. Guidelines for Policymakers and Regulators, s.171-234.

WBI (World Bank Institute) Development Studies. A. Estache, G. de Rus (toim.). ISBN 0-8213-4721-7

Halla, N., Kokkarinen, V. 2000. Joukkoliikenne ennusteiden valossa.

Teoksessa: Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana, s.137-149.

Teknillistieteelliset akatemit 2000:1. ISBN 951-37-3078-6, ISSN 0787-8621

Jalasto, P. 2000. Joukkoliikenne, eurooppalainen kulkutapa.

Teoksessa: Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana, s.7-16.

Teknillistieteelliset akatemit 2000:1. ISBN 951-37-3078-6, ISSN 0787-8621

Karasmaa, N. 2000. Joukkoliikenteen kysyntä ja siihen vaikuttavat tekijät.

Teoksessa: Joukkoliikenne Suomen liikennejärjestelmän osana, s.29-48.

Teknillistieteelliset akatemit 2000:1. ISBN 951-37-3078-6, ISSN 0787-8621

Ronni, J. 2000. Ratakapasiteetti.

Teoksessa: Kehitys kulkee kiskoilla, s. 165-169.

VRDI ry:n 50-vuotisjuhlajulkaisu, T. Peltohaka (toim.). ISBN 951-98569-0-0

Vaikkinen, V. 1997. Sittenkin perspektiivi.

Teoksessa: Kilpailu strategisena valmentajana – kokemuksia markkinoiden murroksesta, s.240-267.

L. Kivikko, M. Lindell, A. Naukkarinen (toim.). ISBN 951-0-19768-8

Sarjajulkaisut ja raportit

Järvelä, T. 1997. Kilpailuedellytykset ja niiden luominen Suomen rataverkolla.

Ratahallintokeskuksen julkaisu A4/1997. 70 s. + 3 liites.

ISBN952-445-003-8, ISSN 1455-2604

Tutkimus on myös tekijän pro gradu.

Karhunen, K. 1993. Joukkoliikennelinjan valintaan vaikuttavat tekijät.

Tutkimus on julkaistu Pääkaupunkiseudun (yhteistyövaltuuskunta YTV:n) julkaisusarjassa (C 1993:25). 105 s. ISSN 0357-5454

Tutkimus on myös tekijän diplomityö; Teknillinen korkeakoulu.

- Kärki, O. 1999. Kaupunkiliikenteen laadun auditointi.
 Tutkimus on julkaistu Tampereen teknillisen korkeakoulun Liikenne- ja kuljetustekniikan tutkimussarjassa numerolla 33. 174 s.
 ISBN 952-15-0209-6, ISSN 1238-2108
 Tutkimus on myös tekijän diplomityö; Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Lehto, E. 1994. VR:n palveluiden hinnoittelu ja junaliikenne Suomessa.
 Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 8/1994. 52 s.
 ISBN 952-9671-64-4, 0788-5415
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) 2001a. Tasoristeysten turvallisuusohjelma.
 Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 26/2001. 76 s.
 ISBN 951-723-396-5, ISSN 1457-7488
- Liikenneministeriö (LM) 1998. Rataverkon avaaminen kilpailulle.
 Liikenneministeriön julkaisuja 15/98. 89 s.
 ISBN 951-723-162-8, ISSN 0783-2680
- Mäkitalo, M. 2000. Ratakapasiteetin perusteet.
 Ratahallintokeskuksen julkaisuja A9/2000. 65 s. + 1 liites.
 ISBN 952-445-039-9, ISSN 1455-2604
- Mäkinen, T., Pajunen, K., Anila, M., Tapio, J. 1999. Junaliikenteen ohjaus Suomessa.
 Valtion tieteellinen tutkimuskeskus (VTT), Yhdyskuntateknikka. Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat. Tutkimusraportti 495/1999. 52 s. + 12 liites.
- Nilsson, J.-E. 2001. Towards a Welfare Enhancing Process to Manage Railway Infrastructure Access.
 Centre for Transport Economics (CTEK), 25 s.
http://users.du.se/~jen/docs/Train_allo.pdf
- Ratahallintokeskus (RHK) 2001a. Vuosikertomus 2000. 28 s.
- Ratahallintokeskus (RHK) 2001b. Suomen rautatietilasto 2001.
 51 s. ISSN 1239-7180
- Ratahallintokeskus (RHK) 2001c. Rataverkko 2020. Radanpidon linjaukset.
 Lyhennelmä Rataverkko 2020 –suunnitelmasta, 28 s.
- Ratahallintokeskus (RHK) 2001d. Rataverkko 2020 –suunnitelma.
 Ratahallintokeskuksen julkaisuja A1/2001. 87 s.
 ISBN 952-445-046-1, ISSN 1455-2604
- SBB 2001a. Henkilöliikenteen aikataulu 10.6.2001 – 14.12.2002.

Suominen, P. 1999. Vaihdon ja matka-ajan vaikutus kulkutavan valintaan kaupunkiradan vaikutusalueella.

Tutkimus on julkaistu Pääkaupunkiseudun (yhteistyövaltuuskunta YTV:n) julkaisusarjassa (C 1999:11). 70 s. ISSN 0357-5454

Tutkimus on myös tekijän diplomityö; Teknillinen korkeakoulu.

Tuominen, V.-M. 1995. Matkakeskus liikenteen palvelupaikkana.

Tutkimus on julkaistu Liikenneministeriön julkaisusarjassa (L 41/95). 89 s.

ISBN 951-723-054-0, ISSN 0783-2680

Raportti on lyhennelmä tekijän samannimisestä diplomityöstä.

UIC 2000. UIC Code 451-1 OR. Timetable recovery margins to guarantee timekeeping – Recovery margins.

Union Internationale des Chemins de fer, fourth edition. 11 s.

UIC 2001. Recommendations for an Infrastructure Charging System.

Paper for Discussion and Endorsement. 13 s.

VR 1995. Rataverkko 2000.

VR Rataosasto, 68 s.

VR 1998. Tampere – Pieksämäki strategiaselvitys.

Oy VR-Rata Ab, 63 s. + 21 liit.

VR 1999. Rataverkko 2020. Henkilöliikennepainotteisen vaihtoehdon toimenpiteitä ja kustannuksia.

Oy VR-Rata Ab, Suunnitteluosasto. 95 s. + 5 liit.

VR 2001a. Vuosikertomus 2000. 70 s.

VR 2001b. VR:n kaukoliikenteen taskuaikataulu, voimassa 10.6.2001 – 6.1.2002.

<http://www.vr.fi/heo/aika/pdf/su-528k.pdf>

<http://www.vr.fi/heo/aika/kaukoajakajp.htm>

Välimäki, S. 1995. Porin joukkoliikenteen palvelutaso- ja laatutavoitteet.

Tutkimus on julkaistu Tampereen teknillisen korkeakoulun Liikenne- ja kuljetustekniikan tutkimussarjassa numerolla 7. 112 s. + 25 liites.

ISBN 951-722-373-0, ISSN 1238-2108

Tutkimus on myös tekijän diplomityö; Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Weurlander, M. 1996. Palvelutason ja hinnan vaikutus joukkoliikennelinjan valinnassa.

Tutkimus on julkaistu Pääkaupunkiseudun (yhteistyövaltuuskunta YTV:n) julkaisusarjassa (C 1996:3). 171 s. ISSN 0357-5454

Tutkimus on myös tekijän diplomityö; Teknillinen korkeakoulu.

Lehtiartikkelit

- Airola, V. 1999. Palapeli nimeltä aikataulu.
Transpress, VR Cargon asiakaslehti nro 3/99, s. 18. ISSN 0783-6953
- Anttila, T. 1998. Quattro ja CEN. Laatusuorituksia eurooppalaisittain.
PLL – Paikallisliikenne 3/98, s. 14-15. ISSN 0788-6365.
- Göbertshahn, R. 1993. Der Integrale Taktfahrplan. Vernetzung der Verkehrsträger im
Personenverkehr als Fundament der Nahverkehrsstrategie der Bahn.
Die Deutsche Bahn 5/1993, s. 357-362.
- International Railway Journal (IRJ) 1999. Innovations Sustain Growth Momentum.
March 1999, s. 20-21. ISSN 0744-5326
- Kaas, A. H. 1998. Fokus på tiltag, som kan fremme jernbanesystems kapacitet.
Nordisk Järnbane Tidsskrift 5/1998, s. 16-17.
- Kangas, S. 1999. Joukkoliikenteen aikataulut selkokieltä vai summittaita sekoilua?
PLL – Paikallisliikenne 3/99, s. 14-15. ISSN 0788-6365.
- Kissling, F., Romann, P. 2001a. Die Anbindung des Jurabogens an die Bahn 2000.
Schweizer Eisenbahn-Revue 4/2001, s. 185-191.
- Kissling, F., Romann, P. 2001b. Die Anbindung des Jurabogens an die Bahn 2000.
Schweizer Eisenbahn-Revue 6/2001, s. 284-287.
- Latscha, W. 1982. Interval services blanket the Swiss network.
Railway Gazette International, June 1982, Volume 138, Number 6, s. 439-442.
ISSN 0373-534.
- L'Echo 2000. The Belgians Judge Public Transport.
4-6 Nov 2000. s.4.
- Pellandini, G. 2000. Uutta ajattelua aikataulusuunnitteluun (osa 1).
Rautatietekniikka 4/2000, s. 54-57. ISSN 1237-1513
- Pellandini, G. 2001a. Perusaikataulu (PAT): Soveltaminen Suomessa (osa 2).
Rautatietekniikka 1/2001, s. 50-53. ISSN 1237-1513
- Pellandini, G. 2001b. Radan ja liikenteen erottaminen kilpailulle avatulla rataverkolla –
rautateiden tulevaisuus?
Pellandini on muokannut ja sovittanut Suomen oloihin tekn. toht. R. Breimeierin sa-
mannimisen artikkelin, joka on ilmestynyt Schweizer Eisenbahn Revuen numerossa
12/2000.
Rautatietekniikka 1/2001, s. 26-28. ISSN 1237-1513
- Pellandini, G. 2001c. Moskiitto.
Rautatietekniikka 1/2001, s. 8-9. ISSN 1237-1513

Pellandini, G. 2001d. Integrerad tidtabell med fasta intervaller – en enkel idé med stor effekt.

Nordisk Järnbane Tidskrift 4/2001, s.16-20.

Schulz, A. 1994. Der Integrale Taktfahrplan in Deutschland.

Eisenbahn-Revue International 9-10/1994, s. 277-284.

Schulz, A., Trettin, J. 1995. Integrale Taktfahrpläne in Deutschland – Stand, Ergebnisse, Planungen.

Eisenbahntechnische Rundschau, 5/1995, s. 329-338.

Speck, G. 1996. Der Integrale Taktfahrplan. Ist mehr Nahverkehr für weniger Geld möglich?

Der Nahverkehr 9/1996, s. 33-38

Stohler, W. 1993. Planning of Railway Management and Operations.

Rail International October/1993, s.64-70.

IRCA/UIC World Railway Congress, Lisbon, 6th to 10th September 1993. Workshop 2: Modern Management Methods and Operational Systems in Order to Increase Line Carrying Capacity.

Stohler, W. 1997. Integrale Taktfahrpläne und S-Bahnen.

Eisenbahntechnische Rundschau, 1+2 (Januar/Februar)/1997, s.33-38.

von Stähli, S.1990. Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz.

Schweizer Ingenieur und Architekt nr. 50, 13. Dezember 1990, s. 1464-1468.

Today's Railways 1998. News Round Up.

Today's Railways 2000. News Round Up.

Today's Railways 51, 3/2000.

Opinnäytteet

Särkilahti, P. 1996. Ratainvestoinnin yhteiskuntataloudellinen kannattavuus.

Pro gradu, Helsingin kauppakorkeakoulu. 116 s. + 17 liit.

Ronni, J. 1994. Helsinki–Turku–radan liikenteenhoitomallit ja kehitysvaihtoehdot.

Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu. 128 s.

Direktiivit ja viranomaismääräykset

2001/12/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/12/EY, annettu 26 päivänä helmikuuta 2001, yhteisön rautateiden kehittämisestä annetun neuvoston direktiivin 91/440/ETY muuttamisesta.

Directive 2001/12/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2001 amending Council Directive 91/440/EEC on the development of the Community's railways.

2001/13/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/13/EY, annettu 26 päivänä helmikuuta 2001, rautatieyritysten toimiluvista annetun neuvoston direktiivin 95/18/EY muuttamisesta.

Directive 2001/13/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2001 amending Council Directive 95/18/EC on the licensing of railway undertakings.

2001/14/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/14/EY, annettu 26 päivänä helmikuuta 2001, rautateiden infrastruktuurikapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisestä ja rautateiden infrastruktuurin käyttömaksujen perimisestä sekä turvallisuustodistuksen antamisesta.

Directive 2001/14/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2001 on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification.

91/440/ETY. Neuvoston direktiivi 81/440/ETY, annettu 29 päivänä heinäkuuta 1991, yhteisön rautateiden kehittämisestä.

Council directive 91/440/EEC of 29 July 1991 on the development of the Community's railways.

95/18/EY. Neuvoston direktiivi 95/18/EY, annettu 19 päivänä kesäkuuta 1995, rautatieyritysten toimiluvista.

Council directive 95/18/EC of 19 June 1995 on the licensing of railway undertakings.

EC 1995. Towards Fair and Efficient Pricing in Transport. Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union.

European Commission Green Paper, COM(95)691, 51 s. + 11 liit.

EC 1996. A Strategy for Revitalising the Community's Railways.

European Commission White Paper, COM(96)421, 38 s. + 2 liit.

EC 1998. The Citizens' Network. Fulfilling the potential of public passenger transport in Europe.

European Commission Green Paper, 56 s.

Ratahallintokeskus (RHK). Junaturvallisuussääntö (Jt).

<http://www.rhk.fi/maaraykset/jt/jt/jt.htm>

Ratahallintokeskus (RHK). Junaturvallisuussääntöön liittyvät tekniset määräykset ja ohjeet (Jtt).

<http://www.rhk.fi/maaraykset/jt/jt/jt.htm>

Ratahallintokeskus (RHK). Ratateknilliset määräykset ja ohjeet (RAMO).

Julkaisemattomat lähteet

Hirvonen, H., Mäkitalo, M. 2000. Rautatieliikenteen tavarakuljetusten avaamisen skenaariot. 40 s.

Hovi, S. 2000. Aikataulut 2002. 5 s.

Mukula, M. 2001. Euroopan rautateiden tavaraliikenteen SWOT-analyysi. Seminaarityö Tampereen teknillisen korkeakoulun liikennetuotannon ja logistiikan seminaarikurssilla, 20 s.

Mäkitalo, M. 2001. Rautatieliikenteen avaaminen kilpailulle. Seminaarityö Tampereen teknillisen korkeakoulun liikennetuotannon ja logistiikan seminaarikurssilla, 19 s.

Pellandini, G. 1999. Suomen perusaikataulu – a few ideas and a concrete proposal about the Finnish timetable and the traffic organisation. 24 s. + 4 liitettä.

Pyy, M. 1998. Rataverkon kapasiteetti. 2 s.

Internet

AlpTransit 2001. Two tunnels? Not Only!
http://www.alptransit.ch/e/01/03_bau/002_nothalt.htm, 23.8.
AlpTransit Gotthard AG

Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) 2001b. Matkakeskushanke 2005.
<http://www.mintc.fi/matkakeskus>, 25.6.

Kieran, P. R. 1996. Changing to a Virtuous Cycle. Meeting the Challenge of Privatisation.
CPCS Transcom Ltd., <http://www.cpcstrans.com/virtuouscycle.htm>, 17.7.2001

Tilastokeskus 2001. Suomi lukuina, Liikenne ja matkailu.
http://www.tilastokeskus.fi/tk/tp/tasku/taskus_liikenne.html, 27.7.

Seminaarit ja esitelmät

- Keränen, I. 2001a. Kehitysinsinööri (VR Osakeyhtiö/ VR Henkilöliikenne).
Esitelmä VALI 2002 –järjestelmästä KAPA kapasiteettiryhmän kokouksessa 23.5.
- Koski, K. 2000. Liikennepäällikkö (Tampereen kaupungin liikennelaitos)
Luento Tampereen teknillisen korkeakoulun Joukkoliikennejärjestelmät –kurssilla.
- Pellandini, G. 2001e. Uuden kaluston käyttöasiantuntija (VR Osakeyhtiö/ Kunnossapito-
palvelut).
Infrastructure – Traffic: Timetable and Co-ordination as Central Elements. Esitelmä
Ratahallintokeskuksessa 5.6.
- Pirjetä, M. 2000. Professori (Tampereen teknillinen korkeakoulu/ Teollisuustalouden
laitos).
Luento TTKK:n Tuotannon johtaminen –kurssilla.
- Quinet, E. 2000. (ENCP-CERAS, Paris)
Path Allocation Issues from Theory to Practice. Application to France and Europe.
Helsinki Workshop on Infrastructure Charging on Railways, 31.7.-1.8.

Asiantuntijahaastattelut

- Haapala, P. 2001. Ylitarkastaja (Ratahallintokeskus/ Turvallisuusyksikkö)
Keskustelu 22.5., Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Heinilä, A. 2001. Osastopäällikkö (Linja-autoliitto)
Puhelinkeskustelu 1.8.
- Hirvonen, P. 2001. Suunnittelupäällikkö (Ratahallintokeskus/ Investointiyksikkö)
Keskustelut 9.8., 28.8. Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Hovi, S. 2001. Liikennesuunnittelu (Oy VR-Rata Ab/ Suunnitteluosasto)
Keskustelut 12.6., 27.6., 5.7., 18.7., VR:n pääkonttori, Helsinki.
Sähköpostikeskustelut 19.-20.7., 16.-21.8.
- Kangas, E. 2001. Alueasiamies (Linja-autoliitto/ Sisä-Suomen osasto)
Puhelinkeskustelu 25.7.
- Keränen, I. 2000. (VR Osakeyhtiö/ VR Henkilöliikenne)
Keskustelu 9.6., VR Osakeyhtiö, Tampere.
- Keränen, I. 2001b. (VR Osakeyhtiö/ VR Henkilöliikenne)
Keskustelu 14.8., VR Osakeyhtiö, Tampere.

- Malmisalo, K. 2000. Aikataulusuunnittelija (VR Osakeyhtiö/ Vetovoimayksikkö/ Käyttöosasto)
Keskustelu 19.6., VR:n pääkonttori, Helsinki.
- Malmisalo, K. 2001. Aikataulusuunnittelija (VR Osakeyhtiö/ Vetovoimayksikkö/ Käyttöosasto)
Puhelinkeskustelu 2.8.
- Oksanen, J. 2001. Aikataulusuunnittelija (VR Osakeyhtiö/ VR Henkilöliikenne/ Etelä-Suomen ohjausalue)
Keskustelu 1.8., VR:n pääkonttori, Helsinki.
- Pellandini, G. 2001f. Uuden kaluston käyttöasiantuntija (VR Osakeyhtiö/ Kunnossapito- palvelut)
Keskustelut 12.6., 28.6., 1.8., 15.8., 30.8. Ratahallintokeskus, Helsinki.
Sähköpostikeskustelut 29.6., 16.-17.8.
- Rainio, M. 2001. Suunnittelupäällikkö (Tampereen kaupungin liikennelaitos)
Puhelinkeskustelu 25.7.
- Saha, M. 2001. (VR Osakeyhtiö/ VR Cargo)
Keskustelu 8.8., Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Salo, S. 2001. Ylitarkastaja (Ratahallintokeskus/ Investointiyksikkö)
Keskustelu 2.8., Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Salonen, J. 2001. Ylitarkastaja (Ratahallintokeskus/ Liikennejärjestelmäyksikkö)
Keskustelu 21.6., Ratahallintokeskus, Helsinki.
- SBB 2001b. Peter Hug, Michael Blum (Schweizerische Bundesbahnen)
Sähköpostikeskustelu 23.8.-31.8.

Kuvat ja taulukot

Kuva 9 G. Pellandini (VR Osakeyhtiö).

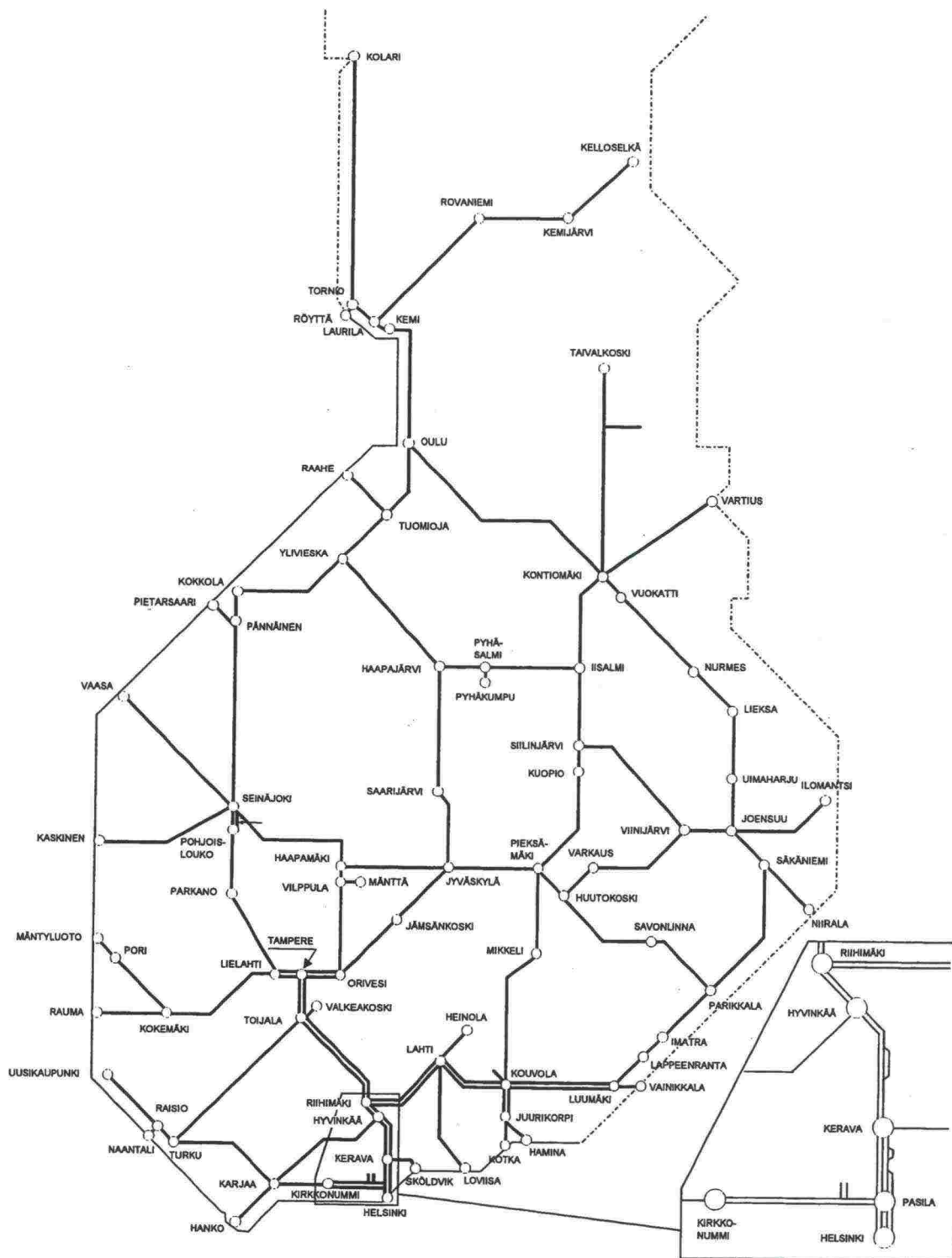
Kuva 23 sekä taulukot 5, 6 ja 7 S. Hovi (Oy VR-Rata Ab).

Liitteiden 1 ja 2 kuvat M.-L. Räikkönen (Ratahallintokeskus).

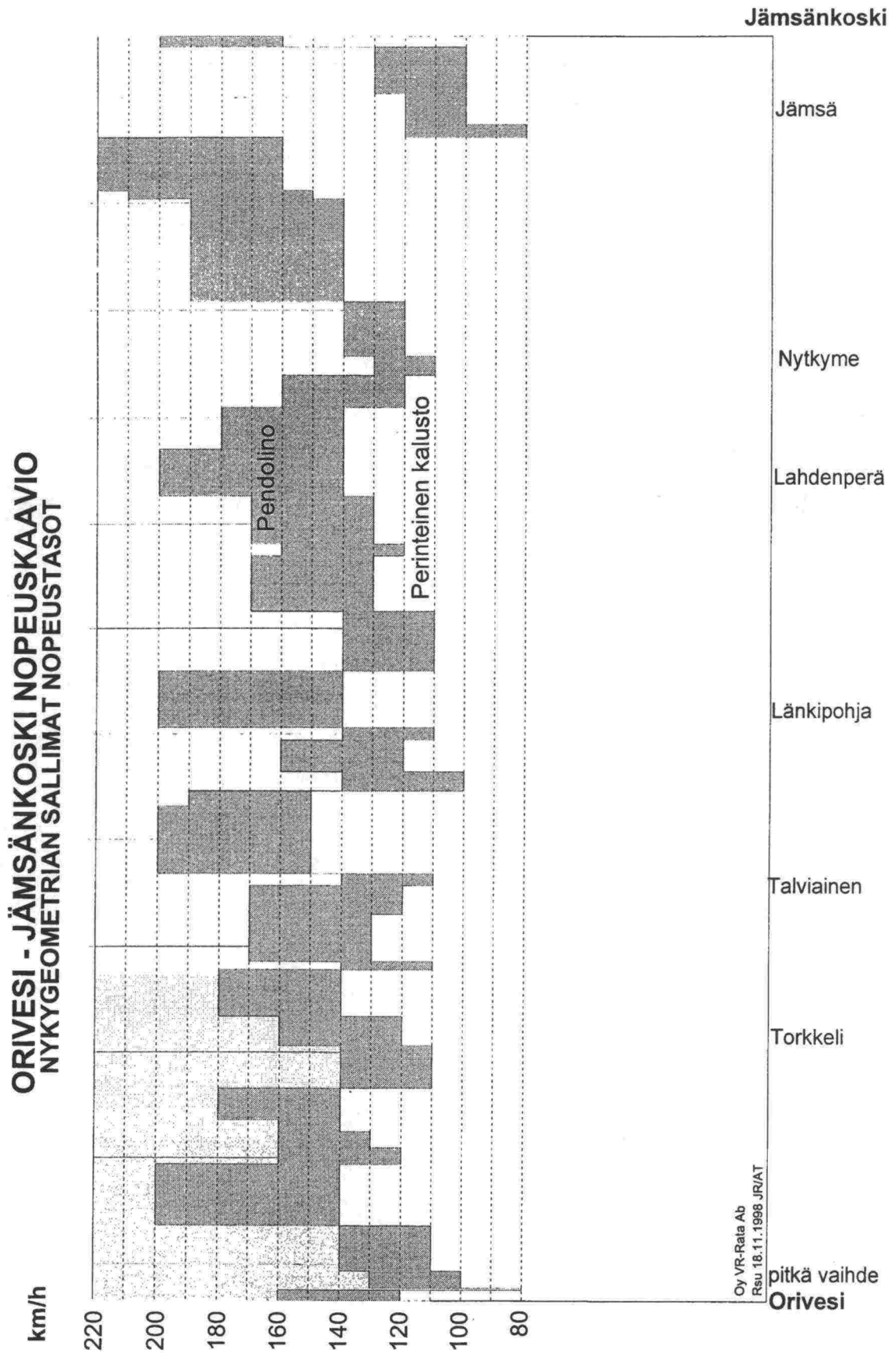
Liitteen 3 kuva J. Ronni (Oy VR-Rata Ab).

LIITTEET

Liite 1: Suomen rataverkko



Liite 3: Orivesi-Jämsänkoski nopeuskaavio



- 1/1997 Railway Industry Structures and Capital Investment Financing
 2/1997 Nopean junaliikenteen aluekehitysvaikutukset
 3/1997 Rautateiden henkilöliikenteen ennustemalli (RALVI)
 4/1997 Kilpailuedellytykset ja niiden luominen Suomen rataverkolla
 5/1997 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2020
 1/1998 Rataverkon jatkosähköistyksen yhteiskuntataloudellinen vaikutus selvitys
 2/1998 Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä (RAILI 96)
 3/1998 Rautateiden tavarakuljetusten laatutekijät
 4/1998 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämistoiminta 1997 - 99
 5/1998 Rataverkon kehittämisen yhdyskuntarakenteellisten vaikutusten ja menetelmien arviointi
 6/1998 Yksityisrahoituksen käyttömahdollisuudet Suomen ratahankkeissa
 1/1999 Ratarakenteen instrumentoinnin kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 2/1999 Rautatieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset
 3/1999 Rautatieliikenteen aiheuttama tärinä, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 4/1999 Ratarakenteen instrumentointi- ja mallinnussuunnitelma, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 5/1999 Rautatietärinän mittauskäytäntö Pohjoismaissa
 6/1999 Radan tukikerroksen ja alusrakenteen kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 7/1999 Rautatiesiltojen luokittelu ja inventointi rataosuudella Rautaruukki-Haaparanta akselipainojen korottamista varten
 8/1999 Ratarumpujen maastoseelvitys, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 1/2000 Rataverkko 2020 -ohjelman väliraportti. Kehittämisvaihtoehtojen vaikutustarkastelut
 2/2000 Bantrummor, 250 kN och 300 kN axellaster
 3/2000 Liikkuvan kaluston kirjallisuustutkimus
 4/2000 Raideseppelin lujuuden vaikutus tukikerroksen kestoikään
 5/2000 Ratarakenteen instrumentointi ja mallinnus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 6/2000 Väliraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen ratateknisistä tutkimuksista
 7/2000 Intermediate Report, 250 kN and 300 kN axle loads
 8/2000 Ratatekniset määräykset ja ohjeet -julkaisun käytettävyydestä tutkimus
 9/2000 Ratakapasiteetin perusteet
 10/2000 Instrumentation and Modelling of Track Structure, 250 kN and 300 axle loads
 11/2000 Rautatieonnettomuuksien sisäiset ja ulkoiset kustannukset
 12/2000 Internal and External Costs of Railway Accidents
 1/2001 Rataverkko 2020 -suunnitelma
 2/2001 XPS-routaeristelevyt ratarakenteessa, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 3/2001 Raidetutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 4/2001 Radan kunnossapitokustannusten kirjallisuustutkimus,
 5/2001 Loppuraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen teknisistä tutkimuksista
 6/2001 Final Report 250 kN and 300 kN axle loads
 7/2001 Rautateiden maanvaraiset pylväasperustukset. Koekuormitusraportti
 8/2001 Ratarumpututkimus. Instrumentointi ja mittaukset

RATAHALLINTOKESKUS
 KAIVOKATU 6, PL 185
 00101 HELSINKI

LIIKENNEJÄRJESTELMÄYKSIKKÖ

Lisätietoja: Martti Kerosuo, puh. (09) 5840 5120, sähköposti: martti.kerosuo@rhk.fi
 Jukka Salonen, puh. (09) 5840 5145, sähköposti: jukka.salonen@rhk.fi
 Jakelu: Arja Aalto, puh. (09) 5840 5121, sähköposti: arja.aalto@rhk.fi