



Tielaitos

Nils Halla - Veijo Kokkarinen - Matti Pietilä - Pekka Rätty - Riitta Viren

Liikenteen kysyntä

Yhteenveto tutkimusohjelman julkaisuista



Tielaitoksen
selvityksiä
74/1996

Helsinki 1996

S2 Liikenteen
kysyntä

Tielaitoksen selvityksiä
74/1996

Nils Halla - Veijo Kokkarinen - Matti Pietilä - Pekka Rätty - Riitta Viren

Liikenteen kysyntä

Yhteenveto tutkimusohjelman julkaisuista

Tielaitos
S2 Liikenteen kysyntä

Helsinki 1996

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-298-1
TIEL 3200441
Oy Edita Ab
Helsinki 1996

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefaksi 0204 44 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde 0204 44 150

Aiheluokka: 03

Asiasanat: henkilöliikenne, tavaraliikenne, liikenne-ennusteet

Tiivistelmä

Liikenteen kysyntä -projektin keskeisenä tavoitteena on ollut kehittää kaikki liikennemuodot kattava henkilö- ja tavaraliikenteen mallijärjestelmä, jota voidaan käyttää vertailtaessa pitkän aikavälin liikennepoliittisia ratkaisuja ja investointi- ja liikenneverkkovaihtoehtoja. Lisäksi projektissa on tehty taloudellisen ja yhteiskunnallisen muutoksen skenaarioihin perustuvia liikenne-ennusteita sekä henkilö- ja tavaraliikenteen nykytilan kuvauksia.

Henkilöliikenteen mallit

Kehitetyt henkilöliikennevirtamallit (HELVI-mallit) kattavat suomalaisten matkat kotimaassa. Malleissa tarkastellaan kuntien sisäisiä ja kuntien välisiä matkoja kulkutavoittain. Mallit on laadittu vuoden 1992 henkilöliikennetutkimuksen pohjalta; mallijärjestelmää ei ole kuitenkaan sidottu vuoteen 1992, vaan liikennevirrat voidaan päivittää ajan tasalle muuttamalla väestö-, maankäyttö- ja liikennejärjestelmää kuvaavat tiedot tarkasteluajankohtaa vastaaviksi. Mallit ovat perustaltaan neliporrasmalleja, joiden perusosat ovat matkatuotos-, suuntautumis- ja kulkutavanvalintamalli sekä liikennevirtojen sijoittelu liikenneverkoille. Mallien tueksi on rakennettu tietokanta, jossa on mallien lähtötiedot ja tulokset, sekä ennustehjelmisto, jonka avulla lasketaan liikenne-ennusteet.

HELVI -mallit soveltuvat matkojen kokonaismäärän, suuntautumisen ja kulkutapajakauman ennustamiseen koko maan tasolla. Mallien avulla voidaan selvittää, miten eri hankkeet ja toimenpiteet vaikuttavat esimerkiksi liikenteeseen, talouteen, maankäyttöön ja ympäristöön. Malleilla voidaan myös arvioida matka-ajan ja matkakustannusten vaikutuksia liikenteen kysyntään ja kulkutavan valintaan. HELVI -malleja on kokeiltu kahdessa testiprojektissa: Ensimmäisessä tarkasteltiin bensiinin hinnan korotuksen ja junaliikenteen nopeuttamisen vaikutuksia kuntien välisiin matkoihin ja sen jälkeen selvitettiin, millaisia vaikutuksia Hyvinkään - Hämeenlinnan moottoritien valmistumisella on ollut liikennemääriin ja kulkutavan valintaan tien vaikutusalueella.

Liikenne-ennustemallien siirrettävyys

Liikenne-ennustemallien siirrettävyydellä tarkoitetaan tietyille paikkakunnalle tietyinä aikoina tehdyn mallin soveltuvuutta liikenteen ennustamiseen jollakin toisella paikkakunnalla tai toisena ajankohtana. Koska mallien kehittäminen on kallista ja aikaavievää työtä, Liikenteen kysyntä -projektin yhteydessä selvitettiin, millä edellytyksillä olemassa olevia malleja voidaan hyödyntää laajemmin. Asiasta tehtiin ensin kirjallisuusselvitys, minkä jälkeen kokeiltiin pääkaupunkiseudulla vuosina 1988 ja 1994 tehtyjen kulkutapamallien siirrettävyyttä Ouluun. Tulokset osoittivat, että sekä kotiperäisten työmatkojen että muiden kotiperäisten matkojen mallit voidaan siirtää, jos vaihtoehtokohtaiset vakiot estimoidaan uudelleen. Mallien siirrettävyyden edellytyksenä on kuitenkin yhtenäisen mallijärjestelmän luominen ja tiedon sisällön ja menetelmien standardointi.

Tavaraliikenteen mallit

Tavaraliikenteen mallien kehittäminen aloitettiin laajalla kirjallisuusselvityksellä, jossa käytiin läpi tärkeimmät ulkomaiset selvitykset. Työtä jatkettiin esitutkimuksella, jossa selvitettiin Suomen suuralueiden välisten tavaravirtojen mallintamisen perusteet, laadittiin alustavia malleja ja yksilöitiin mallien jatkokehittelyn kannalta tärkeät tietotarpeet.

Ulkomaisten kokemusten perusteella mallintamisen lähtöaineistoksi päätettiin valita Suomen kansantalouden tilinpitoon perustuvat panos-tuotostaulut. Kansallinen panos-tuotostaulu jaettiin 25 suuralueeseen, jotka noudattavat pääpiirteittäin maakuntien rajoja. Mallit laadittiin yhdeksälle tavararyhmälle, jotka perustuvat aluetilinpidon toimialajakoon. Kun mallien antamia tuloksia verrattiin tie- ja rautatieliikenteen tavarankuljetustilastoihin, olivat ennustetut kokonaistavaramäärät lähes kaikissa tavararyhmissä pienempiä kuin vertailuaineiston tavaramäärät. Tasoerot selittyvät osaksi vertailuaineiston puutteilla, osaksi tonnihinnoilla, joilla tuotantoluvut muutettiin kuljetetuiksi tonneiksi. Eroja aiheuttivat myös estimointiaineistona käytetyn tavaravirtatutkimuksen puutteellisuudet. Vaikka työssä käytetyt menetelmät ja lähtötiedot eivät pystyneet selittämään kuljetustavoittaisia tavaravirtoja riittävästi, saatiin tietoa siitä, millaisia lähtötietoja tavaraliikenteen mallintamisessa tarvitaan ja millaisia laskentamenetelmiä Suomessa tulisi käyttää.

Ulkomaankaupan volyymimallit

Tavoitteena oli laatia malleja, joiden avulla voidaan arvioida, kuinka Suomen vienti ja tuonti kehittyvät eri OECD-maiden kanssa. Suomen vientiä selitettiin mallilla, jossa muuttujina olivat hintatason muutos, muiden maiden talouskasvu sekä edellisen vuoden viennin määrä kyseiseen maahan. Tuontia selitettiin hintatason, Suomen talouskehityksen ja Suomen vientikysynnän avulla. Tutkimuksessa parhaaksi osoittautui logaritminen malli. Viennin mallin mukaan bruttokansantuotteen 1 %:n kasvu kohdemaissa lisää Suomen vientiä näihin maihin keskimäärin 0,8 %. Tuonnin mallin mukaan Suomen BKT:n kasvu 1 % :lla lisää tuontia OECD-maista 0,5 % ja muista maista 1,3 %.

Ulkomaankaupan reitinvalintamallit

Tutkimuksessa selvitettiin Suomen ulkomaankuljetusten reitin valintaa logittimalleilla. Kuljetusreitillä tarkoitetaan tässä yhteydessä Suomen maarajaa tai Suomen sataman ja ulkomaan satamaryhmän välistä merilinjayhteyttä. Reitinvalintamallit laadittiin 13 tavararyhmälle; mallien estimoinnin perusaineistona käytettiin vuoden 1992 tullauseräilmoituksia. Kuljetuksissa käytetyt ja niille vaihtoehtoiset kuljetusreitit kuvattiin kuljetuskustannusten, kuljetusajan ja merilinjojen vuoroitiheyden avulla. Analyysien perusteella mallit todettiin käyttökelpoisiksi ja niitä voidaan hyödyntää valtakunnallisessa ja alueellisessa liikennesuunnittelussa. Malleja on jo sovellettu selvityksessä "Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat; Suomen ja Luoteis-Venäjän ulkomaankuljetusten ennusteet".

Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus 1994

Liikenneministeriö on aiemmin selvittänyt maamme kokonaistavaravirtoja vuosina 1981 ja 1986 - 1987. Kokonaistavaravirtatietoja tarvitaan liikennejärjestelmäselvityksissä, julkisten investointiohjelmien suunnittelussa sekä julkisten ja yksityisten hankkeiden suunnittelussa.

Vuoden 1994 tutkimus toteutettiin postikyselynä syksyllä 1994. Kysely lähetettiin 4 500 suurimpaan kuljetuksia synnyttävään toimipaikkaan. Tavoitteena oli saada luotettavaa perustietoa kuljetustapahtumista ja -määristä ja eri kuljetusmuotojen muodostamista ketjuista. Toimipaikoilta kysyttiin sekä vuoden 1993 tavarankuljetusten yleistietoja sekä kahden viikon jakson, 24.10 - 6.11.1994 eriteltyjä kuljetuskirjauksia. Lopullisen kehikon 4 265 toimipaikasta 33 % antoi tavaravirtatietoja ja näistä noin 700 täytti myös tarkemman kirjauslomakkeen.

Kyselyparametrein laajennetun tutkimuksen arvioidaan sisältävän noin 185 miljoonan tonnin kuljetukset, mikä vastaa kolmea neljäsosaa Suomen pitkämatkaisista kuljetuksista. Suomen huomattavimmat kotimaan tavaravirrat lähtevät Uudeltamaalta ja Varsinais-Suomesta. Samat alueet ovat myös viennin kannalta merkittävimmät. Tutkimusaineisto on tallennettu tarkastettuna Tilastokeskuksessa SAS-tietokantaan.

Kauttakuliikenteen kehityksen seuranta

Suomessa on 90-luvun aikana herännyt suuri kiinnostus Suomen kautta kulkevaan Venäjän ulkomaankaupan tavaraliikenteeseen. Tavaraliikenteen kauttakuliikenteen kehittymistä on seurattu ja arvioitu liikenneministeriössä erillisten tutkimusten avulla, ja vuoden 1994 alussa käynnistettiin kauttakuliikenteen kuukausittainen seuranta.

Kauttakuliikenteen osuus on esim. tieliikenteessä vain prosentin kymmenesosia koko tavarankuljetusmääristä, mutta toisaalta kuorma-autojen ulkomaanliikenteessä sen merkitys on suuri. Satamien kauttakuliikenne on ollut 7 %:n luokkaa koko tavaraliikenteestä. Rautateille kauttakuliikenne on ollut tärkeä tulolähde. Se oli parhaimmillaan vuonna 1994 noin 9 % koko VR:n liikevaihdosta. Samana vuonna kauttakuliikenteen myyntitulot suomalaisille yrityksille olivat yhteensä noin 1,3 miljardia markkaa. Kauttakuliikenteen kehitystä on pyritty ennustamaan erillisillä selvityksillä. Se tuntuu kuitenkin perinteisillä liikenne- ja kansantalousmalleilla lähes mahdottomalta. Suurin syy on se, että tavaraliikenteen kokonaismäärään ja suuntautumiseen vaikuttavat eniten Venäjän talouden kehitys ja poliittiset olot.

Tieliikenteen tavarakuljetusten kuvaukset

Vuosina 1989, 1991 ja 1993 tehtyjen tavarankuljetustutkimusten aineisto on yhdistetty kunta-kuntatason kuljetusmatriisiksi siten, että matriisista saatava kuljetussuorite vastaa vuoden 1993 tasoa. Aineistosta on tehty tietokanta, josta kyselyohjelmiston avulla voidaan tulostaa kuntatason tai halutun aluetason tulostuksia kuljetetuista tavaramääristä tai raskaan liikenteen määristä muun muassa tavaralajeittain ja ajoneuvotyypeittäin. Kuntatason tulostukset voidaan sijoitella tieverkolle.

Vaarallisten aineiden tiekuljetuksista on selvitetty nestemäisten polttoaineiden kuljetukset vuonna 1995. Tähän aineistoon on liitetty liikenneministeriön vuonna 1992 tekemän vaarallisten aineiden kuljetuksia koskevan kyselyn tulokset. Tietokannassa olevat vaarallisten aineiden kuljetustiedot voidaan sijoitella tieverkolle tavararyhmittäin.

Autoliikennevirtojen kuvaukset

Henkilöliikenteen mallien rinnalle on laadittu kuvauksia nykyisestä autoliikenteestä. Liikennevirtojen sijoittelemiseksi tieverkolle on kehitetty vastusfunktioita, jotka ottavat sijoittelussa huomioon liikennemäärien vaikutuksen matka-aikaan erityyppisillä teillä ja erilaisissa tieoloissa. Tämän lisäksi valmistumassa on projekti, jossa yhdistetään vuodesta 1985 lähtien tehdyt määräraippakattutkimukset yhdeksi koko maan käsittäväksi määräraippakattutkimukseksi.

Liikenne- ja autokantaennusteet

Projektin yhteydessä on laadittu liikenne- ja autokantaennusteet ajalle 1995 - 2020. Ennusteeseen kuuluu varsinaisen perusennusteen lisäksi myös vaihtoehtoisia ennusteita eli skenaarioita päätöksenteon avuksi. Ennusteesta on lisäksi johdettu alueelliset ennusteet kaikille Suomen kunnille. Ennustetyön tueksi on tehty selvityksiä sekä polttoaineen hinnan vaikutuksista auton käyttöön että kotitalouksien auton omistuksesta ja käytöstä. Selvityksiä on myös tehty suomalaisten asennoitumisesta tietulleja ja muita tienkäyttömaksuja kohtaan.

Tulevaisuustiedon hyödyntäminen

Liikenne-ennusteiden ja skenaarioiden laatimisen tausta-aineistoksi sekä laitoksen päättäjien käyttöön on hankittu ulkomaisten ja kotimaisten tulevaisuustutkimusten tuloksia. Aineistoa on julkaistu vuosittain 4 - 5 kertaa ilmestyvässä **Tulevaisuuden näkymiä**-nimisessä lehdessä, jota on jaettu myös laitoksen ulkopuolelle valtioneuvostoon, tutkimuslaitoksiin ja yksityishenkilöille. Vuosittain on järjestetty Tielaitoksen tulevaisuus -seminaari, jossa on esiintynyt monia nimekkäitä suomalaisia tulevaisuudentutkijoita.

Subject category: 03

Key terms: passenger traffic, freight traffic, traffic forecast

ABSTRACT

Summary

The main aim of the Transport Demand project has been to develop a system of models covering all modes of passenger and freight transport which can be used in the comparison of long-term transport policy solutions and different investment and transport network alternatives. The project has also included traffic forecasts based on scenarios of economic and social change, and reports on the present situation regarding passenger and freight transport.

Passenger traffic models

The passenger traffic models that have been developed (i.e. the HELVI models) are used to model trips made by Finns within Finland. The models examine intramunicipal and intermunicipal trips by mode of transport. The models have been produced on the basis of passenger traffic studies undertaken in 1992; the models are not, however, fixed to a 1992 base, but instead traffic flows can be updated by adjusting the demographic, land-use and transport system data to correspond with the period of investigation. The models are founded on a four-stage model, the basic elements of which are a trip generation, trip distribution and modal choice model, and trip assignment onto the networks. A database has been built for the models, containing the models' source data and results, together with the forecasting software used for calculating traffic forecasts.

The HELVI models can be used in forecasting the total number of trips, trip distribution and modal split at a national level. The models allow investigation of the effect of different projects and measures on, for example, traffic, the economy, land use and the environment. Using the models, the impact of travel time and cost on transport demand and the choice of transport mode can also be estimated. The HELVI models have been used in two test projects: first, the effects of an increase in the price of fuel and faster train times on intermunicipal trips was investigated; after that, the impact of the completion of the Hyvinkää - Hämeenlinna motorway on traffic volumes and modal split within the road's area of influence was studied.

Transferability of the traffic forecasting models

Transferability of traffic forecasting models means the applicability of a model made for one locality at a given time to traffic forecasting for some other locality or some other time period. Since model development is expensive and time consuming, the Transport Demand project also investigated the preconditions required for making more extensive use of the existing models. A literature survey was first carried out, after which an experiment was conducted to investigate the transferability of the transport mode models for the Helsinki metropolitan area for 1988 and 1994 to the city of Oulu. The results demonstrated that the models of both home-based work trips and other home-based trips could be transferred if the option-based constants were re-estimated. A precondition for the transferability of models, however, is the creation of a common system of models and the standardization of data content and procedures.

Freight traffic models

Development of the freight traffic models was begun with an extensive literature survey in which the most important reports published abroad were examined. The work continued with a preliminary study in which the bases for modelling the freight trips between Finland's city wards was investigated, preliminary models were produced and the data requirements for further development of the models were specified.

On the basis of experience in other countries, it was decided to select the input-output tables based on Finland's national economic accounts as the source material for modelling. The national input-output table was divided into 25 city wards (NUT-3), which broadly conform to provincial boundaries. The models were produced for nine product groups based on the sectoral division used in regional accounting. When the results given by the model were compared with

road and rail goods traffic statistics, the total volumes in almost all product groups were smaller than the volumes in the comparison data. The differences were explained in part by the deficiencies of the comparison data, and partly by the price per tonne with which the production figures were converted into tonnage transported. Differences were also caused by defects in the freight flow study used as estimation data. Although the methods and the source data used in the work have not managed sufficiently to explain the flows of goods by transport mode, information was obtained on the kind of source data needed for modelling freight traffic and the type of calculation methods that should be used in Finland.

Volume models of foreign trade

The aim was to produce models which could be used to estimate trends in Finland's exports to and imports from other OECD countries. Finland's exports were explained with a model in which the variables consisted of change in price level, economic growth in other countries and the previous year's exports to the country in question. Imports were explained with reference to price level, Finland's economic growth and its export demand. The best model in the study proved to be the logarithmic model. The export model forecasts that a growth of one per cent in the gross national product of export destination countries would raise Finland's exports to these countries by an average of 0.8%. The import model forecasts that a rise of one per cent in Finland's GNP would increase imports from OECD countries by 0.5%, and from other countries by 1.3%.

Foreign trade trip assignment models

The choice of route for transportation outside Finland has been described in research using logit models. In this context transportation routes are across Finland's land borders or maritime connections between Finland's ports and groups of foreign ports. The trip assignment models were produced for 13 different product groups; the basic data used for estimation in the models was the customs declarations from 1992. The routes used and the alternative routes available were described with reference to transport costs, time taken and frequency of service on sea routes. The analyses proved the models to be useful, and they can also be used in national and regional transport planning. The models have already been applied in the study 'The changing transport markets of the Baltic region; forecasts of international transport for Finland and north-west Russia'.

National freight traffic study 1994

The Ministry of Transport and Communications has previously reported on Finland's overall movements of freight for 1981 and 1986-1987. Data on the overall movements of freight is needed in studies of the transportation system, in planning public investment programmes and in planning public and private projects.

The 1994 study was conducted via a postal questionnaire in the autumn of that year. The questionnaire was sent to the 4,500 largest generators of freight traffic. The aim was to obtain reliable basic data on freight trips and volumes and on chains formed by different transport modes. The businesses were asked for general information on freight traffic for 1993 and for individual entries of trips made during the two-week period October 24 to November 6, 1994. Of the final framework of 4,265 places of business, 32.9% supplied data on freight trips, and of these about 700 also completed the form for more detailed entries.

The survey, expanded using questionnaire parameters, is estimated to include approximately 185 million tonnes of transported freight, which corresponds to three quarters of Finland's long distance transports. The country's most significant domestic freight flows originate from Uusimaa province and from the south-west region known as Varsinais-Suomi. These same areas are also the most important in terms of exports. The revised study data has been deposited in the SAS database at Statistics Finland.

Monitoring trends in transit traffic

During the 1990s there has been considerable interest in Finland in Russia's foreign trade freight traffic transported via Finland. The growth of transit goods traffic has been monitored and evaluated in the Ministry of Transport and Communications with the aid of various studies, and monthly monitoring of transit traffic was begun at the start of 1994.

The share of transit traffic in, for example, road traffic is only a fraction of one per cent in terms of the total amount of freight transport; on the other hand, its importance is great in international commercial vehicle traffic. Transit traffic through the ports has been around 7% of all freight traffic. For the railways, transit traffic has been an important source of income. In 1994 it reached about 9% of the turnover of Finnish State Railways. In the same year the sales income of transit traffic for Finnish companies was altogether approximately FIM 1.3 billion. Attempts have been made to forecast the growth in transit traffic with various studies. It seems, however, almost impossible to forecast using traditional transport and economic models. The main reason is that the factors with the greatest impact on the total quantity and distribution of goods traffic are Russia's economic development and its political conditions.

Road-based freight transport

The data for studies of freight transport journeys for 1989, 1991 and 1993 have been combined into intermunicipal transport matrices so that the transport kilometrage obtained from the matrix corresponds to a 1993 base. The data has been formed into a database with a programme which asks a range of questions. The programme allows the user to find out quantities of goods transported or the volume of heavy traffic at the municipality level or the desired regional level, for example by type of good and by category of vehicle. Municipality level outputs can be assigned to the road network.

Road transport of hazardous substances has been reported for liquid fuel transports in 1995. The results of a questionnaire concerning transport of hazardous substances conducted in 1992 by the Ministry of Transport and Communications have been added to this database. The data on transport of hazardous substances in the database can be assigned to the road network by product group.

Car traffic flows

Descriptions of present day car traffic have been produced alongside the models of passenger traffic. Volume delay functions have been developed for assigning traffic flows to the road network. They take into account in the assignment the effect of traffic volumes on travel times on different types of road and in different road conditions. In addition to this, a project is being prepared in which destination studies carried out since 1985 are combined into one origin-destination study covering the whole country.

Forecasts of traffic and motor vehicle registrations

In connection with the project, forecasts of traffic and of motor vehicle registrations for 1995-2020 have been produced. As well as the actual basic forecast, there are also alternative forecasts or scenarios to assist in decision-making. Regional forecasts for the all Finnish municipalities have also been made. To support the forecasting work, reports have been produced about both the impact of a rise in fuel prices on car use and about household car ownership and use. Reports have also been made of the attitude of Finns to road tolls and towards other road use payments.

Making use of information about the future

As background material for drafting traffic forecasts and scenarios and for the use of decision-makers, the results of 'future studies' carried out both in Finland and abroad have been acquired. Information has been published in the *Tulevaisuuden näkymiä* magazine, which appears four or five times a year and has also been distributed outside the organization to State administration, research institutions and private individuals. A Finnish National Road Administration seminar on the future has been organized annually, with presentations by many well-known Finnish future researchers.

ALKUSANAT

Tämä raportti on yhteenveto Tielaitoksen strategiseen projektiin S2 Liikenteen kysyntä kuuluneista tutkimuksista, jotka ovat valmistuneet ja julkaistu vuosina 1993 - 1996. Liikenteen kysyntä -projektin tavoitteena oli kehittää yhteistyössä eri osapuolien kanssa kaikki liikennemuodot kattava henkilö- ja tavaraliikenteen mallijärjestelmä, jota voitaisiin käyttää pitkän aikavälin liikennepoliittisten, investointi- ja liikenneverkkovaihtoehtojen vertailussa. Lisäksi tavoitteena oli kehittää taloudellisen ja yhteiskunnallisen kehityksen skenaarioihin perustuvia kaikki liikennemuodot huomioonottavia ennusteita. Projekti on liittynyt kiinteästi liikenneministeriön samannimiseen projektiin, jonka alaisuudessa on vuosina 1993 - 96 valmistunut yhteensä 40 tutkimusta. Näistä 20 on kuulunut Tielaitoksen strategiseen projektiin S2. Raportin kokoamisesta ovat vastanneet erikoistutkija *Nils Halla*, erikoistutkija *Veijo Kokkarinen*, tieinsinööri *Matti Pietilä*, ylitarkastaja *Pekka Rätty* ja suunnittelija *Riitta Viren* Tielaitoksen tutkimuskeskuksesta.

Helsingissä joulukuussa 1996

Liikenteen kysyntä -projekti
Projektipäällikkö

Matti Pietilä

Sisältö

1	JOHDANTO	15
2	HENKILÖLIIKENNE	17
2.1	Miten suomalaiset liikkuvat nykyisin ja miten heidän liikkumisensa on muuttunut?	17
2.2	Henkilöliikenteen mallit	19
2.2.1	Mallien alueellinen ja ajallinen siirrettävyys	19
2.2.2	Koko maata käsittävät mallit	22
2.2.3	Miten bensiinin hinnan korotus ja junaliikenteen nopeuttaminen vaikuttaa matkustamiseen?	27
2.2.4	HELVI-mallien testiprojekti: Hyvinkään - Hämeenlinnan moottoritien avaamisen vaikutukset matkustamiseen	28
3	TAVARALIIKENNE	30
3.1	Tavaraliikenteen mallit	30
3.2	Suomen ulkomaankaupan volyymin ja reitinvalinnan mallit	31
3.3	Suomen satamien ja kuntien välisen tavaraliikenteen arviointi	32
3.4	Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus	33
3.5	Kauttakulkuliikenteen kehityksen seuranta	35
3.6	Tieliikenteen tavarakuuljetustilastojen 1989, 1991 ja 1993 yhdistelmä	38
3.7	Vaarallisten aineiden tiekuljetukset	39
4	NYKYISTEN AUTOLIIKENNEVIRTOJEN KUVAUKSET	40
4.1	Määräpaikkatutkimusten yhdistäminen	40
4.2	Tieliikenteen sijoittelumenetelmien kehittäminen	41
5	LIIKENNE- JA AUTOKANTAENNUSTEET	44
5.1	Liikenne- ja autokantaennuste 1995 - 2020	44
5.2	Auton polttoaineen kulutuksen joustot eri väestöryhmissä	49
5.3	Tietullit ja käyttömaksut	50
5.4	Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990	51
5.5	Kunnittainen liikenne-ennuste 1995 - 2020	53
5.6	Liikenteen vertailutietoja eri maista	55

6	TULEVAISUUSTIEDON HANKINTA JA LEVITYS	58
7	LIITE: Vuosina 1993 - 96 valmistuneet Liikenteen kysyntä -projektin raportit	61

1 JOHDANTO

Liikenteen kysyntä -projektin kehittäminen alkoi vuonna 1992 Tielaitoksen keskushallinnon ja tutkimuskeskuksen välisenä vuoropuheluna. Projektin näkökulma oli aluksi tieliikennekeskeinen ja sen nimi oli siinä vaiheessa **Tienpidon kysynnän ennustaminen**. Pian kuitenkin huomattiin, että oli tarpeen laajentaa projektin näkökulmaa kattamaan kaikki liikennemuodot. Tässä vaiheessa keskusteluja projektin tavoitteista ja organisoinnista jatkettiin liikenneministeriön edustajien kanssa. Keskustelujen lopputuloksena perustettiin 22.3.1993 projekti **Liikenteen kysyntä**.

Projektin tavoitteiksi kirjattiin seuraavat asiat:

Päätavoite on koordinoita liikenneministeriön sektorilla tapahtuvaa liikenteen kysyntää selvittävää tutkimusta.

Liikenteen kysyntätutkimusta hyödyntämällä on voitava määritellä liikennejärjestelmän kehittämistavoitteet.

Jotta kysyntätutkimukset pystyisivät ohjaamaan liikennejärjestelmien suunnittelua, niistä pitää saada seuraavia tuloksia:

- tiedot ihmisten ja tavaroiden liikkumisesta (mistä, mihin ja miksi)
- kansantalouden muutosten sekä liikenteen määrän ja suuntautumisen välinen vuorovaikutus
- liikenteen tarjonnan ja kysynnän välinen vuoro- vaikutus
- palvelutason muutosten vaikutus kysyntään
- alue- sekä väestörakenteen muutosten vaikutus liikenteen kysyntään.

Lisäksi päätettiin, ettei projekti ohjaa yksittäisiä tutkimushankkeita, vaan sopii yhteisistä hankkeista riittävän korkealla tasolla sekä huolehtii siitä, että hankkeilla on kaikki relevantti organisaatioiden tuottama tietoaineisto. Tavoitteena oli lisäksi perustaa kaikkien osapuolien käytössä oleva liikenteen kysyntätietovarasto päivitysjärjestelmään.

Projektin johtoryhmän puheenjohtajaksi määrättiin neuvotteleva virkamies *Lassi Hilska* ja sihteeriksi erikoistutkija *Pekka Aaltonen* molemmat liikenneministeriöstä. Johtoryhmän muiksi jäseniksi kutsuttiin edustajat *Ilmailu-, merenkulku- ja Tielaitoksesta* sekä *VR Yhtymä Oy:stä*. Vuonna 1996 johtoryhmän työskentelyyn ovat osallistuneet *Martti Mäkelä, Harri Uusnäkki ja Camilla Grönholm* liikenneministeriöstä, *Jukka Isotalo, Olli Nordenswan ja Matti Pietilä* Tielaitoksesta, *Jouko Vuoristo ja Taneli Antikainen* Merenkulkuhallituksesta sekä *Markku Pesonen* VR Yhtymä Oy:stä.

Koko projektin johtoryhmän lisäksi henkilöliikenteen mallien kehittämistä on ohjannut johtoryhmä, jossa liikenneministeriön johdolla on ollut edustettuna Linja - autoliitto, Suomen Kuntaliitto, VR Yhtymä Oy sekä Ilmailulaitos ja Tielaitos.

Tavaraliikenteen mallien kehittämistä on ohjannut liikenneministeriön johtama seurantaryhmä, jossa on ollut edustettuna merenkululaitos, Tielaitos, VR Yhtymä Oy, Teollisuuden keskusliitto, Suomen Kuljetustaloudellinen Yhdistys Ry, Suomen Kuorma-autoliitto, Teknillinen korkeakoulu, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Kaupan Keskusliitto ja Tilastokeskus. Asiantuntijana seurantaryhmällä on ollut Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun edustaja.

Tielaitoksessa Liikenteen kysyntä -projekti on strateginen projekti S2, jonka projektipäällikkönä on toiminut tieinsinööri Matti Pietilä tutkimuskeskuksesta.

Projektin keskeisiä tuloksia on esitelty seminaareissa sekä Tiennäyttäjät -lehden teemanumerossa keväällä 1996. Projekti päättyy vuoden 1996 lopussa. Vuonna 1997 on tarkoitus toteuttaa projektin tulosten käyttöönoton onnistumisen sekä tulosten vaikuttavuuden jälkiarviointi.

2 HENKILÖLIIKENNE

2.1 Miten suomalaiset liikkuvat nykyisin ja miten heidän liikkumisensa on muuttunut ?

Suomalaisten päivittäistä liikkumista on tutkittu vuodesta 1974 lähtien kuuden vuoden välein tehtyjen kyselytutkimusten avulla. Tutkimukset antavat kokonaiskuvaa liikkumisesta, sen muutoksista ja siihen vaikuttavista taustatekijöistä kulkutavoittain. Vuosien 1974 - 1986 tutkimuksissa ovat olleet mukana 13 - 64 -vuotiaat, vuonna 1992 18 - 70 -vuotiaat.

- 18 - 70-vuotiaat suomalaiset tekevät päivässä keskimäärin 3 matkaa ja käyttävät niihin aikaa 1 tunnin ja 17 minuuttia. Matkaa kertyy keskimäärin 51 kilometriä.
- Miehet matkustavat vuorokauden aikana keskimäärin 58 kilometriä, siitä 45 km henkilöauton kuljettajana. Naiset puolestaan matkustavat 44 kilometriä, siitä 17 km henkilöauton kuljettajana.
- Henkilöauton osuus (kuljettajana tai matkustajana) on matkojen määrästä 70 %, matka-ajasta 66 % ja matkasuoritteesta 81 %.
- 18 - 64 -vuotiaiden suomalaisten arkipäivän matkasuorite on vuodesta 1986 vuoteen 1992 kasvanut 41 kilometristä 50 kilometriin eli 22 prosenttia. Kasvu-vauhti on selvästi kiihtynyt, sillä vuosien 1974 ja 1986 välillä suorite kasvoi keskimäärin 8 prosenttia kuudessa vuodessa.
- Matka-aika on pysynyt suunnilleen ennallaan, ihmiset ovat ruvenneet käyttämään nopeita kulkutapoja yhä enemmän.
- Autoistuminen on lisääntynyt voimakkaasti: vuonna 1992 miehistä 80 %:lla ja naisista 40 %:lla oli auto aina käytettävissään, kun osuudet vuonna 1986 olivat miehillä 60 % ja naisilla 20 %.

Vuoden 1992 henkilöliikennetutkimuksessa selvitettiin 18 - 70 -vuotiaiden suomalaisten liikkumista kotimaassa. Otoskoko vuoden 1992 tutkimuksessa oli 17 500 henkilöä ja näistä 41 % vastasi kyselyyn. Tutkimuksessa kysyttiin tietoja yhden satunnaisesti valitun päivän matkoista sekä viikon aikana tehdyistä yli 50 kilometrin matkoista. Matkoista kysyttiin matkan tarkoitusta, pituutta, siihen käytettyä aikaa sekä pääkulkutapaa. Tietoja kerättiin koko vuoden ajalta, jotta myös liikkumisen kausivaihtelu tulisi esille. Lisäksi kysyttiin vastaajan taustatietoja eli ikää, sukupuolta, tulotasoa, ammattiasemaa, perhekokoa jne.

Vuosien 1992 ja 1986 henkilöliikennetutkimusten vertailussa on selvitetty, mikä suomalaisten liikkumisessa on ollut pysyvää ja mitkä seikat ovat muuttuneet. Vertailuissa on ollut mukana molempien tutkimusten yhteinen ikäryhmä 18 - 64 -vuotiaat ja selvitys on koskenut arkipäivinä tehtyjä matkoja.

Henkilöt on tarkastelussa jaettu kolmeen ryhmään: matkoja tekemättömät, enintään kolme tuntia ja yli kolme tuntia liikkuneet. Suurin osa eli 82 % kuului keskimmäiseen ryhmään. Yli kolme tuntia liikkuneisiin kuului vain 6 % henkilöistä, mutta arkipäivän matkasuoritteesta heidän osuutensa oli yli kolmannes. Myös matkoja tekemättömien osuus vaikuttaa olennaisesti keskimääräisiin suoritteisiin. Tämän ryhmän osuus oli 12 %.

Muutoksia tutkittiin kolmelta taholta:

- Liikkumisaktiivisuuden lisääntyminen eli siirtyminen ryhmästä toiseen: matkoja tekemättömistä matkoja tekevien joukkoon tai korkeintaan kolme tuntia liikkuneista yli kolme tuntia liikkuneisiin.
- Autoistumisen ja sen myötä henkilöauton käyttömahdollisuuksien lisääntyminen eli siirtymiset autottomista autollisiin.
- Autonkäyttömahdollisuuden ja sukupuolen mukaan jaettujen henkilöryhmien sisällä tapahtuneet muutokset.

Vuonna 1986 matkoja tekemättömien osuus oli 17 prosenttia ja vuonna 1992 osuus oli vähentynyt 12 prosenttiin. Yli kolme tuntia liikkuneiden osuus pysytteli ennallaan runsaassa 6 prosentissa. Auton pääasiallisilla käyttäjillä matkoja tekemättömien osuus ei muuttunut, vaan pysytteli 10 %:ssa. Muissa ryhmissä matkoja tekemättömien osuus on selvästi vähentynyt. Tuloksiin saattaa kuitenkin vaikuttaa vastausprosentin huomattava pieneneminen.

Korkeintaan kolme tuntia liikkuneiden matkasuorite kasvoi 20 % ja yli kolme tuntia liikkuneiden 10 % vuosina 1986 - 1992.

Enintään kolme tuntia liikkuneissa alueelliset ja sukupuolten väliset erot eri ryhmien välillä ovat tasoittuneet. Tässä ryhmässä matkasuoritteen kasvu johtui suurelta osin naisten autoistumisesta ja heidän suoritteensa kasvusta.

Henkilöliikennetutkimus 1992. Helsinki 1993. Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 58/1993. ISBN 951-47-814-X. ISSN 0788-3722. TIEL 3200183.

Tuuli Järvi-Nykänen, Veli Himanen: **Vuosien 1986 - 1992 henkilöliikennetutkimusten vertailu.** Helsinki 1995. Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 46/1995. ISBN 951-726-098-9. ISSN 0788-3722. TIEL 3200322.

2.2 Henkilöliikenteen mallit

Mitä liikennemallit ovat?

Liikennemalleilla pyritään kuvaamaan liikkumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä matemaattisilla menetelmillä. Malli on aina yksinkertaistus reaali maailmasta, mutta parhaimmillaan se kiteyttää ja valaisee olennaisen tutkittavasta ilmiöstä. Se siis auttaa ymmärtämään ilmiön eri puolia. Malleja kehitetään, jotta voitaisiin selittää, ennustaa, ohjata tai suunnitella. Liikennemalleja on kehitetty ja käytetty erityisesti liikenne-ennusteiden laatimiseen ja erilaisten toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseen.

Perinteisissä liikenteen malleissa lähtökohtana on yksilö, liikenteen virrathan koostuvat yksilöiden tekemistä matkoista. Ihmisillä on tarpeita, joita he eivät voi tyydyttää juuri siinä paikassa, jossa he ovat. Liikennekysyntä on siis johdettua kysyntää. Yksilöiden toiminta ei ole ympäristöstään irrallista, vaan liikkumiseenkin vaikuttavat yhteiskunnan toiminnot ja niiden sijoittuminen sekä liikennejärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet. Vaikutusmekanismi on toki myös toisen suuntainen, mutta sen tutkiminen ei yleensä sisälly liikenteen malleihin. Mallien lähtökohtana on myös ajatus, että yksilö tekee päätöksensä rationaalisesti ja pyrkii mahdollisimman suureen hyötyyn. Tämä oletamus ei varmaan tiukasti ottaen pidä paikkaansa. Tähän teoriaan perustuvat mallit ovat kuitenkin antaneet loogisia tuloksia ja niiden käyttö on ollut varsin laajaa.

Miksi mallit ovat juuri nyt ajankohtaisia?

Suomesta on viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana tullut kaupungistunut, taajamistunut, autoistunut ja liikkuva yhteiskunta. Toisaalta liikkuminen on välttämätön osa yhteiskunnan ja ihmisten toimintoja ja toisaalta se aiheuttaa selviä haittoja. Näin yhä enemmän esille nousseet ympäristökysymykset ja samanaikaisesti tiukka taloudenpito edellyttävät erilaisten menetelmien kehittämistä, joiden avulla voidaan tarkastella liikkumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä ja arvioida erilaisten toimenpiteiden vaikutusta liikkumiseen. Liikennemalleilla pyritään osaltaan täyttämään tätä aukkoa.

2.2.1 Mallien alueellinen ja ajallinen siirrettävyys

Liikenne-ennustemallien siirtämisestä ollaan kiinnostuneita, koska mallien ajallinen siirrettävyys on edellytys sille, että malleja voidaan käyttää ennustamiseen. Jos mallit ovat lisäksi alueellisesti siirrettäviä, voidaan liikenne-ennusteita ja niihin liittyviä selvityksiä tehdä huomattavasti helpommin ja edullisemmin kuin jos mallit jouduttaisiin joka kerta estimoimaan uudestaan.

Teknillinen korkeakoulu teki sekä kirjallisuusselvityksen liikennemallien alueellisesta siirrettävyydestä että tutki asiaa kokeellisesti.

Kirjallisuusselvityksen mukaan useimmat mallien siirtämistä koskevat tutkimukset ovat käsitelleet kulkutapamallien siirtämistä. Kokonaisten mallijärjes-

telmien siirtämistä on kuitenkin kokeiltu mm. Ruotsissa ja Norjassa. Pääosa mallien siirrettävyyttä käsittelevistä tutkimuksista koskee logittimalleja, ja niiden siirtämistä käsitellään myös tässä raportissa.

Tutkimusten mukaan mallit ovat siirrettävissä sitä paremmin, mitä enemmän lähtö- ja kohdealueen liikenteelliset olosuhteet vastaavat toisiaan. Yleisesti siirto onnistuu suurkaupunkien kesken ja vastaavasti ehkä myös keskikokoisten kaupunkien kesken jne. Johtopäätös Suomea ajatellen on se, että meillä tulisi olla kaksi tai kolme perusmallia eri kokoisille kaupungeille esimerkiksi siten, että pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella, joissa on melko kattavat joukkoliikenneyhteydet, käytettäisiin samoja malleja. Vastaavasti voitaisiin ajatella, että keskikokoisissa kaupungeissa (esimerkiksi Oulussa, Lahdessa, Jyväskylässä, Kuopiossa jne.) ja pienissä kaupungeissa käytettäisiin omia mallejaan. Oikean jaon löytäminen edellyttää kuitenkin yksityiskohtaisia tutkimuksia.

Vähimmäisvaatimuksena malleja siirrettäessä on yleensä vaihtoehtokohtaisten vakiodien uudelleen määrittäminen. Myös sosioekonomisten tekijöiden kertoimet joudutaan tavallisesti tasokorjaamaan. Sen sijaan liikennejärjestelmää kuvaavat muuttujat, kuten matka-aika ja matkakustannus, kelpaavat usein sellaisenaan.

Tutkimustulokset eri haastattelumenetelmien hyvyydestä ja sopivuudesta kuhunkin tarkoitukseen ovat keskenään ristiriitaisia. Mallien siirrettävyyden kannalta on tärkeää ottaa huomioon, miten hyvin tutkimusmenetelmät lähtö- ja kohdealueella vastaavat toisiaan. Tutkimusaineistot tulisi kerätä yhdenmukaisella tavalla ja kaikissa matkaryhmissä tulisi pyrkiä yhdenmukaisiin mallirakenteisiin. Tämä tarkoittaa tiedon sisällön ja menetelmien standardointia niissä töissä, joissa liikenne-ennustemalleja käytetään. Tutkimuksella tulisi selvittää, voitaisiinko yhdellä hyvällä ja perusteellisella mallityöllä saada malli, jota voitaisiin siirtää esimerkiksi stated preference -aineiston (SP) avulla ja mitä vaatimuksia siirtäminen asettaisi aineiston keräykselle siirron kohdepaikkakunnalla.

Yhtenä uutena tutkimusnäkökohtana voisi olla nk. inkrementaalisten logittimallien siirtämisen tutkiminen. Inkrementaalisilla logittimalleilla voidaan laskea erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia esimerkiksi liikenteen kulkutapajakaumaan, kun tunnetaan nykyiset kulkutapojen osuudet sekä valinnan hyötyfunktio. Menetelmän etuna on, että lähtötietoa tarvitaan vain niistä muuttujista, joiden muutosten vaikutuksia tutkitaan. Näin ollen, kun siirrettävien mallien ominaisuuksista saadaan riittävästi tutkimustietoa, voidaan tutkustarve kohdealueella määritellä sen mukaan, mihin tarkoitukseen malleja käytetään.

Kokeellisessa osassa Teknillinen korkeakoulu selvitti pääkaupunkiseudulla vuosina 1988 ja 1994 tehtyjen työ- ja muiden kotiperäisten matkojen kulkutapamallien siirrettävyyttä Ouluun. Tarkastelu perustui Oulussa vuonna 1989 tehtyyn matkatottumustutkimukseen, jonka perusteella mallit sovitettiin Oulun olosuhteisiin. Tutkitut kulkutavat olivat kevyt liikenne, henkilöauto ja bussi.

Oulun ja pääkaupunkiseudun matkatottumustutkimukset vastasivat pitkälti toisiaan. Yksittäisistä muuttujista ongelmallisimmaksi osoittautui ruokakunnan tulojen estimointi. Oulun seudulla oli kysytty matkantekijän tuloja, kun taas pääkaupunkiseudulla oli kysytty ruokakunnan tuloja. Oulussa ruokakunnan tuloja ei onnistuttu estimoimaan haastatteluaineiston ja tilastotietojen perusteella, minkä vuoksi sellaisten mallien siirtämisestä luovuttiin, joissa tietoa ruokakunnan tuloista olisi tarvittu.

Matkatottumukset poikkesivat Oulussa ja pääkaupunkiseudulla selvästi toisistaan. Oulussa 44 % haastatelluista liikkui pyörällä tai jalan ja vain 5 % käytti bussia, pääkaupunkiseudulla taas kevyen liikenteen osuus oli 26 % ja joukko-liikennettä käytti 35 %.

Koska aineiston laatu ja määrä rajoittivat eniten mallien siirtämistä, todettiin, että pääpainon mallien siirrettävyytutkimuksessa tulisi olla lähtöaineiston yhdenmukaisuuden ja sopivuuden kehittämisessä.

Mallien siirtämisestä saadut kokemukset osoittivat, että sekä kotiperäisten työmatkojen että muiden kotiperäisten matkojen mallit olivat siirrettävissä, jos vaihtoehtokohtaiset vakiot estimoitiin uudelleen. Kulikutapajakaumien poikkeavuuden vuoksi mallien siirtäminen ilman vaihtoehtokohtaisten vakioiden uudelleenestimointia ei olisi ollut mahdollista. Etäisyysmuuttujan ja sosioekonomisten muuttujien tasokorjaaminen paransi paikoitellen tuntuvastikin selitysasetta. Samalla se kuitenkin saattoi huonontaa mallien kykyä ennustaa muutosten vaikutuksia.

Liikennejärjestelmämuuttujien merkitys oli Oulussa samansuuntainen kuin pääkaupunkiseudulla. Matka-aikakomponenttien merkitystä ei kuitenkaan voitu arvioida luotettavasti tämän aineiston perusteella, koska joukkoliikenteen havaintojen vähäisyyden vuoksi mallit olivat herkkiä pienillekin mallimääritysten muutoksille. Oletettavasti parhaat tulokset keskikokoisissa ja pienissä kaupungeissa saadaan malleilla, joissa on tarkasteltu kokonaismatka-aikoja.

Kokonaan uusia matkustuskäyttäytymistä selittäviä muuttujia ei löydetty. Sen sijaan muutamista pääkaupunkiseudulla käytetyistä muuttujista voitiin Oulussa luopua. Tällaisia olivat työsuhdeauton omistus, pysäköintisuhdeluku sekä pysäköintimuuttuja.

Yksi keskeinen malleihin liittyvä tekijä oli kevyen liikenteen etäisyysmuuttujan valinta. Nyt tehdyssä tutkimuksessa matka-ajan kerroin pieneni molemmissa matkaryhmissä selvästi, jos paloittain lineaarinen etäisyysfunktio korvattiin logaritmfunktiolla. Johtopäätöksenä todettiin, että jalankulkua ja pyöräilyä tulisi lähtöalueen malleissa käsitellä erikseen, jolloin näiden kulutuspojen erilaisten osuuksien aiheuttamilta ongelmilta vältyttäisiin.

Liikennemallien ajallinen siirrettävyys oli osa Oulun seudun liikennemallien tarkistamisprojektia.

Vuoden 1989 liikennemalli testattiin vuoden 1993 liikennelaskennalla, liikenneverkolla ja maankäyttötiedoilla. Se toimi kokonaisuutena hyvin.

Kuljutavan valintamallien perusteella vuosien 1989 ja 1994 liikennetilanteet ovat Oulussa selvästi erilaiset. Mallin perusteella henkilöautoliikenteen osuus ei ollut enää niin herkkä muutoksille kuin aikaisemmin. Tämä voidaan tulkita siten, henkilöautoliikenteen matka-ajan lyhentämisellä ei vuonna 1994 ollut enää yhtä suurta vaikutusta kuin vuonna 1989. Sitä vastoin sekä linja-auton että polkupyörän kulkutapaosuuksien muutosherkkyys on lisääntynyt, vaikka niiden kulkutapaosuudet ovat pienentyneet. Tämä voidaan selittää siten, että näihin kulkutapoihin kohdistetuilla palvelutasoa parantavilla toimenpiteillä voitiin vuonna 1994 saada aikaan merkittävästi suurempi muutos kulkutapajakaumaan kuin vuonna 1989.

Vuoden 1989 maksimiennusteissa henkilöautotiheys vuodeksi 2010 oli Oulun seudulla 545, kun taas korjattu ennuste on noin 8 % vähemmän eli 499. Vuoden 1989 ennusteessa henkilöautotiheyden vuosikasvu oli 2,2 % ja uudessa ennusteessa 1,6 %. Vuosikasvu on siis hidastunut kansantalouden alamäen myötä noin 30 %. Seudun uuden ennusteen mukaan liikenne kasvaa vuoteen 2010 mennessä 1,64-kertaiseksi, mikä on vuosikasvuna 3 %. Edelliseen ennusteeseen verrattuna liikenteen kasvu on hidastunut laman vaikutuksesta noin kymmenen prosenttia.

Nina Karasmaa, Matti Pursula: **Liikenne-ennustemallien alueellinen siirrettävyys**. Kirjallisuusselvitys. Helsinki 1995. Tielaitoksen selvityksiä 2/1995. 100 s. ISBN 951-726-022-9. ISSN 0788-3722. TIEL 3200280.

Nina Karasmaa: **Pääkaupunkiseudun kulkutapamallien siirrettävyys Ouluun**. Helsinki 1995. Tielaitoksen selvityksiä 40/1995. ISBN 951-726-086-5. ISSN 0788-3722. TIEL 3200317.

Oulun seudun liikennetutkimus ja liikennemallin tarkistaminen 1994. Oulu 1995. Oulun kaupungin julkaisu. ISBN 951-9234-50-0

2.2.2 Koko maata käsittävät mallit

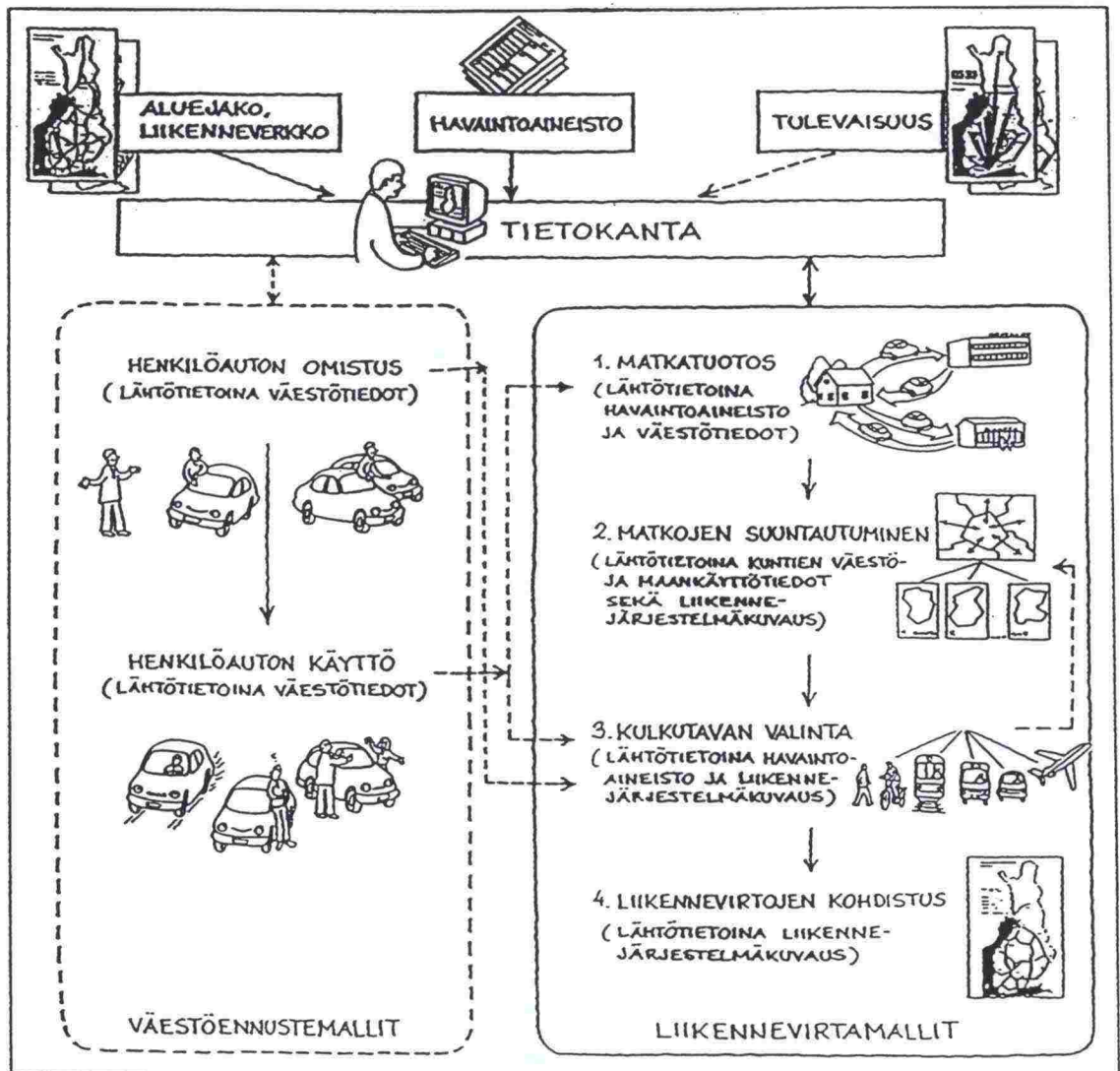
Liikenneministeriö on yhteistyössä Tielaitoksen, VR:n, Linja-autoliiton, Ilmailulaitoksen ja Suomen Kuntaliiton kanssa vienyt läpi projektin koko maata käsittävien liikennemallien luomiseksi. Suomessa ei vastaavanlaista mallijärjestelmää ole aiemmin kehitetty; eri liikennemuodot ovat kukin katsoneet omaa tulevaisuuttaan ja arvioineet toimenpiteidensä vaikutuksia muista riippumattomina. Liikennemuodot muodostavat kuitenkin kokonaisuuden, josta jokaisen liikennemuodon kysyntä muodostaa oman osansa. Tämän vuoksi yhteisen kehitysprojektin käynnistäminen katsottiin tarpeelliseksi.

Projektin tavoitteeksi asetettiin kaikki liikennemuodot kattavan henkilöliikenteen mallijärjestelmän kehittäminen. Mallijärjestelmää tulisi voida käyttää valtakunnan tasolla apuvälineenä sekä lyhyt- että pitkävaikutteisessa liikennejärjestelmien ja niiden kehitystarpeiden, liikenneverkkojen ja erilaisten toimenpiteiden suunnittelussa sekä tausta-aineistona eri selvityksissä. Liikenteen kysyntään vaikuttavien tekijöiden ja vaikutusmekanismien tuntemus on edellytyksenä mm. liikkumisen valintoihin kohdistuvien tai kestävän kehityksen mukaisesti liikkumistarvetta vähentämään pyrkivien toimenpiteiden menestyksekkäälle läpiviemiselle.

Kokonaisuutena mallijärjestelmä kuvaa hyvin suomalaisten matkustusta kotimaassa. Koska liikennemallien liikennevirta-arviot eivät kuitenkaan täsmällisesti vastaa nykytilanteen liikennevirtoja, voidaan liikenne-ennusteissa vaihtoehtoisesti käyttää havaittuja nykytilanteen liikennemäärätietoja. Tällöin ennusteen taustalla ovat havaitut todelliset liikennevirrat ja liikennemalleilla arvioidaan muutos nykytilanteeseen nähden.

Työtä on valvonut johtoryhmä, jonka puheenjohtaja on ollut liikenneministeriöstä yli-insinööri *Matti Ylösjoki* 1.7.1994 saakka ja sen jälkeen neuvotteleva virkamies *Jorma Hakala*. Johtoryhmän sihteerinä on ollut suunnittelija *Riitta Viren* Tielaitoksesta. Johtoryhmään ovat lisäksi kuuluneet tielaitoksesta tieinsinööri *Matti Pietilä* ja tieinsinööri *Olli Nordenswan*, VR:stä henkilöliikennejohtaja *Markku Pesonen*, Linja-autoliitosta osastopäällikkö *Ari Heinilä*, Suomen Kuntaliitosta erityisasiantuntija *Kari Pakarinen*, Ilmailulaitoksesta *Matti Koskivaara* 31.3.1994 saakka ja sen jälkeen dipl.ins. *Raimo Mäki-Paakkanen*. Konsulttina on ollut Viatek-Yhtiöt Oy, jossa työstä ovat vastanneet dipl.ins. *Heikki Kanner* 31.9.1994 saakka sekä dipl.ins. *Virpi Pastinen*. Projektin käytännön työtä on koordinoanut projektiryhmä, jossa on ollut yllä mainittujen tahojen edustajat.

HELVI-malleilla arvioidaan kuntien välisiä ja sisäisiä liikennevirtoja. Liikennevirtamalleihin kuuluvat matkatuotos-, suuntautumis- ja kulkutavanvalintamallit. Lisäksi ennustetilanteita varten on kehitetty henkilöauton omistusta käyttömallit. Mallijärjestelmän kokonaisrakenne ja liikennevirtamallien lähtötiedot ja tulokset on esitetty *kuvissa 1 ja 2*.



Kuva 1: Henkilöliikenteen mallijärjestelmä.

Lähtötiedot	Malli	Tulokset
Väestöjakaumat: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ikä ▪ sukupuoli ▪ perhekoko 	Matkatuotos	Kuntalaisten tekemät: <ul style="list-style-type: none"> ▪ työmatkat ▪ työasiamatkat ▪ opiskelumatkat ▪ ostosmatkat ▪ mökkimatkat ▪ muut vapaa-ajanmatkat ▪ vuorokauden aikana matkustamatta jättäneiden määrä
Määräpaikan <ul style="list-style-type: none"> ▪ asukasmäärä ▪ työpaikat toimialoittain ▪ vapaa-ajan asunnot ▪ kuntatyyppi (talousalue-/maakuntakeskus, pääkaupunkiseutu) ▪ henkilöliikennesatamat ▪ pinta-ala ▪ kuntien välinen tavoitettavuus eri kulkutavoilla 	Suuntautuminen	Liikennevirtojen suuntautuminen kustakin kunnasta muihin kuntiin. Suuntautuminen lasketaan kullekin matkaryhmälle erikseen.
Kulikutapakohtaiset <ul style="list-style-type: none"> ▪ vuoromäärät ▪ matka-ajat ▪ matkakustannukset ▪ matkan pituus ▪ vaihtojen lukumäärät ▪ liityntämatka-ajat Yksilön <ul style="list-style-type: none"> ▪ tulot ▪ sukupuoli ▪ henkilöauton käyttömahdollisuus 	Kulikutavanvalinta	Kuntien väliset liikennevirrat kulkutavoittain: <ul style="list-style-type: none"> ▪ henkilöauto, kuljettaja ▪ henkilöauto, matkustaja ▪ linja-auto ▪ juna ▪ lentokone ▪ kävely ▪ polkupyörä
Kulikutapakohtaiset <ul style="list-style-type: none"> ▪ vuoromäärät ▪ nopeudet ▪ reittikuvaukset 	Liikennevirtojen kohdistus	Kulikutapakohtaiset liikennevirrat sijoiteltuna tie- ja rata-verkoille sekä lentolinjoille esim. EMME/2-ohjelmistolla.

Kuva 2: HELVI-mallien lähtötiedot ja tulokset: liikennevirtamallit

Tutkimusprojektissa on kehitetty valtakunnalliset henkilöliikennevirtamallit (HELVI-mallit). HELVI-mallit kattavat suomalaisten matkat kotimaassa. Ne soveltuvat matkojen kokonaisvolyymiin, suuntautumisen ja kuljutapajakauman ennustamiseen. Valtakunnallisella tasolla niitä voidaan käyttää liikennejärjestelmän kehitystarpeiden arvioinnissa sekä itse liikennejärjestelmän, liikenneverkkojen ja toimenpiteiden suunnittelussa. Sen sijaan malleja ei ole tarkoitettu yksittäisten kuntien tai seudullisten liikenne-ennusteiden laadintaan.

Liikennemallien tarkasteluyksikkönä ovat kuntien väliset ja niiden sisäiset matkat kulkutavoittain. Kulkutapavaihtoehtoja ovat henkilöauto (kuljettaja ja matkustaja), linja-auto, juna, lentokone ja kevyt liikenne (polkupyörä ja kävely).

HELVI-mallit noudattavat neliporrasmallia, jonka osat ovat matkatuotos-, suuntautumis- ja kulkutavan valintamalli sekä liikennevirtojen sijoittelu liikenneverkolle. Monet mallitasoihin liittyvät ratkaisut ja varsinainen ennustemenetelmä poikkeavat kuitenkin perinnäisestä neliporrasmallista. Matkatuotomalleissa on luovuttu tuotosluvuista ja siirrytty lähemmäksi ajankäyttömalleissa suosittua tapaa käsitellä vuorokauden kaikkia matkoja yhtenä kokonaisuutena. Menettelyn etuna on se, että kokonaismatkatuotos pystytään myös liikenne-ennusteita laadittaessa suhteuttamaan aiempaa paremmin yksilöiden todellisiin tarpeisiin ja matkustajien yksilölliset erot voidaan ottaa huomioon. Ennustetilanteessa ei myöskään ole riskiä, että kokonaismatkatuotos olisi liian suuri. Mallissa otetaan huomioon se, että päivän aikana voidaan tehdä vain rajallinen määrä matkoja.

Mallijärjestelmässä käytetään hyväksi simulointia, jotta liikenne-ennusteen vaatima tietokoneaika olisi kohtuullinen. Järjestelmän tueksi on rakennettu tietokantajärjestelmä sekä ennusteohjelmisto. Tietokantaan tallennetaan kaikki mallien lähtötiedot ja tulokset, ja ennusteohjelmistolla lasketaan liikenne-ennuste käyttäjän määrittelemien lähtötietojen mukaisesti. Varsinaista ohjelmiston käyttöä helpottavaa käyttöjärjestelmää ohjelmistoon ei sisälly.

Liikennemalleissa matkustuskäyttäytymiseen vaikuttavat tekijät jaetaan kolmeen ryhmään:

- yksilöiden ja näiden kotitalouksien ominaisuuksiin
- liikennejärjestelmän ominaisuuksiin
- ympäristöön liittyvien toimintojen ominaisuuksiin.

Yksilöiden ominaisuuksia ovat mm. ikä, sukupuoli, perhekoko, työssäkäynti ja henkilöauton omistus ja käyttö. Liikenne-ennusteet pohjautuvat näiden muuttujien pohjalta laadittuihin väestöennusteisiin. Koska henkilöauton omistuksen ja käytön kehittymisestä ei laadita säännönmukaisesti valmiita ennusteita, mallijärjestelmään on lisätty liikennevirtamallien tueksi henkilöauton omistuksen ja käytön mallit.

Liikennejärjestelmää kuvaavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi olemassa olevat kulkutavat, näiden matka-ajat, matkakustannukset ja vuorotarjonta. *Ympäristöön liittyvillä toiminnoilla* tarkoitetaan tässä yhteydessä muun muassa kuntien asukas- ja työpaikkamääriä.

HELVI-mallit on laadittu vuoden 1992 henkilöliikennetutkimuksen pohjalta. Tämä tutkimus kattaa kaikki kulkutavat. Tutkimusaineisto käsitti täydellisen päivittäisten matkojen kuvauksen yhden vuorokauden ajalta ja yli 50 km pitkien matkojen kuvauksen viikon ajalta. Kumpaakin aineistoa on käytetty mallityön pohjana. Mallijärjestelmää ei kuitenkaan ole sidottu vuoteen 1992, vaan liikennevirrat voidaan päivittää ajan tasalle muuttamalla väestö-, maankäyttö- ja liikennejärjestelmää kuvaavat tiedot (esimerkiksi matkalippujen hinnat ja matkanopeudet) tarkasteluajankohtaa vastaaviksi.

Valtakunnalliset liikennevirtamallit. HELVI-mallit. Liikenneministeriön julkaisuja L19/96. Helsinki 1996. 176 s. + liiteosa. ISSN 0783-2680. ISBN 951-723-072-9.

2.2.3 Miten bensiinin hinnan korotus ja junaliikenteen nopeuttaminen vaikuttavat matkustamiseen?

Henkilöliikenteen malleja testattiin tutkimalla, miten toisaalta bensiinin hinnan korotus ja toisaalta junaliikenteen nopeuttaminen vaikuttaa kuntien välisiin matkoihin. Testauksen ensisijaisena tavoitteena oli tutkia, tuottaako mallijärjestelmä kokonaisuutena loogisia tuloksia.

Työssä on tutkittu seuraavia tilanteita:

nykytilanne

bensiinin hintaa korotetaan 0,5 mk/l

bensiinin hintaa korotetaan 1,0 mk/l

bensiinin hintaa korotetaan 5,0 mk/l

junamatkan kestoa vähennetään 10 %

junamatkan kestoa vähennetään 20 %

junamatkan kestoa vähennetään 20 % ja junalipun hintaa nostetaan 20 %.

Tarkastelut on tehty matkaryhmittäin (työ-, työasia-, opiskelu- ostos- ja asiointi-, mökki- ja muut vapaa-ajan matkat).

Oheiseen taulukkoon on kerätty muutokset eri kulkutavoilla tehdyillä matkoilla nykytilanteeseen nähden:

	HA-kulj	HA-matk	linja-auto	juna
nykytilanne				
bens. + 0,5 mk	- 2 %	+ 1 %	+ 5 %	+ 9 %
bens. + 1,5 mk	- 2 %	+ 1 %	+ 6 %	+ 9 %
bens. + 5,0 mk	- 4 %	0 %	+ 19 %	+ 17 %
junal. nopeut. 10 %	- 2 %	0 %	+ 2 %	+ 19 %
junal. nopeut. 20 %	- 1 %	- 1 %	+ 2 %	+ 22 %
junal. nop. 20 % ja hinnan korotus 20 %	- 1 %	+ 1 %	+ 1 %	+ 10 %

Polttoaineen 0,5 - 1,5 mk/l hinnankorotuksella on melko lievä vaikutus henkilöauton kuljettajana tehtyihin matkoihin, vähennystä on noin 2 %. Tällöin linja-automatkojen määrä kasvaa 5 - 6 % ja junamatkojen 9 %. Jos polttoaineen hintaa korotetaan 5 mk/l, henkilöauton kuljettajana tehdyt matkat vähenevät 4 %, mutta linja-automatkat lisääntyvät 19 % ja junamatkat 17 %.

HELVI-malleissa hintajousto on lineaarinen. Todellisuudessa saattaa kuitenkin ollay kynns, jonka jälkeen hinnankorotus alkaa vaikuttaa voimakkaammin.

Junaliikenteen nopeuttaminen 10:llä tai 20 %:lla lisää junamatkustajien määrää noin viidenneksellä. Jos matkan hintaa samalla korotetaan, lisäys on enää 10 %.

Työmatkoilla matkan hinta saatiin mukaan kulkutavanvalintamalliin vain alle 50 km:n pituisilla matkoilla. Yli 50 km:n matkoilla verovähennysoikeus häivyttäneen hinnan merkitystä. Alle 50 km:n työmatkoilla polttoaineen hinnan korotus vähentää henkilöauton kuljettajina tehtyjen matkojen määrää noin 5 %:lla. Henkilöauton matkustajien määrä (kimppakyyti) lisääntyy, samoin linja-auto- ja junamatkustajien määrä.

Junaliikenteen nopeutuksella on yli 50 km:n pituisilla matkoilla selvä vaikutus matkustajamääriin, suurimmillaan junamatkustajien lisäys on 40 %.

Työasiamatkoilla aika näyttää olevan ratkaiseva tekijä, ei matkan hinta. Esim. 150 - 300 km:n matkoilla juna saa 10 %:n nopeutuksella 20 % ja 20 %:n nopeutuksella 50 % lisää työasiamatkoja. Yli 300 km:n työasiamatkoilla junan kulkutapaosuus on jo nyt noin 30 %, jolloin suhteellinen muutos ei ole niin suuri kuin lyhyemmillä matkoilla. 20 %:n nopeutus tuo 40 % lisää työasiamatkoja

2.2.4 HELVI-mallien testiprojekti: Hyvinkään-Hämeenlinnan moottoritien avaamisen vaikutukset matkustamiseen

HELVI-mallien toinen testiprojekti käsitteli Hyvinkään - Hämeenlinnan moottoritien avaamisen vaikutuksia matkustamiseen Helsingin ja Tampereen välillä. Testin avulla pyrittiin saamaan tietoa siitä, miten HELVI-mallit reagoivat liikennejärjestelmässä tapahtuviin muutoksiin.

Työssä laadittiin ennusteet Suomen kuntien välisille liikennevirroille vuosina 1990 ja 1994; moottoritieosuus avattiin liikenteelle vuonna 1992. Saatuja liikennemääriä verrattiin havaittuihin liikennemääriin. Ennusteissa otettiin huomioon vuosien 1990 ja 1994 aikana tapahtuneet hintamuutokset ja matka-aikojen lyheneminen. Testaustilanne haluttiin säilyttää yksinkertaisena, ja sen vuoksi taustatekijöissä tapahtuneita muutoksia ei otettu huomioon. Laman vaikutus korjattiin yleisenä tasokorjauksena. Linja-autoliikenteen lisääntyntä tarjontaa ei otettu huomioon. Kokonaisuutena tulokseksi saatiin seuraavat muutokset Helsingin ja Tampereen välisissä matkoissa:

Kulkutapa	Malleilla ennustettu muutos %	Havaittu muutos %
Junaliikenne	-9	-13
Linja-autoliikenne	-3	+1
Henkilöautoliikenne	+7	+7

Tarkastelussa ovat mukana junaliikenteestä ne yhteysvälit, jotka käyttävät Hyvinkää - Hämeenlinna -akselia. Henkilöautoliikenne koskee koko yhteysväliä Helsinki - Tampere. Linja-autoliikenteessä käsitellään Helsingin ja

Tampereen välistä linjaa ajaviin linja-autoihin Helsingin ja Tampereen välisissä kunnissa nousseita matkustajia. Havainnot ovat peräisin kahden viikon matkustajalaskennoista.

Testien tulokset osoittivat, että HELVI-mallit toimivat loogisesti ja että niitä voidaan käyttää vaikutustarkastelujen tukena.

Kehittämistarpeita

Mallien kehittämis- ja testausprojektien aikana esille on noussut kysymyksiä, joihin jatkossa tulee kiinnittää huomiota. Näistä kysymyksistä tärkeimpiä ovat ehkä nykyisten liikenevirtojen tilastoinnin sekä mallien lähtöaineistona olevan henkilöliikennetutkimuksen kehittäminen. Myös mm. suomalaisten ulkomaanmatkat sekä toisaalta ulkomaalaisten liikkuminen Suomessa olisi selvitettävä tarkemmin.

HELVI-mallien käytön tueksi on laadittu liikenne-ennusteohjelmisto, jonka avulla voidaan laskea kuntien väliset matkat matkaryhmittäin ja kulkutavoittain. Mallijärjestelmä on kuitenkin varsin suuri ja ATK-ajot aikaavieviä. Mallijärjestelmäkoulutus tai käyttöliittymän kehittäminen ovatkin seuraavia askelia. Mallijärjestelmän päivitys esimerkiksi seuraavan henkilöliikennetutkimuksen aineistolla on myös selvä jatkotyö.

Kokemuksia HELVI-mallien käytöstä. Julkaistu liikenneministeriön B-sarjassa.

3 TAVARALIIKENNE

Liikenteen kysyntä -projektin tavoitteena oli rinnan henkilöliikenteessä tehtyjen tutkimusten kanssa tutkia tavaraliikenteen kysynnän riippuvuutta erilaisista taustatekijöistä ja laatia menetelmiä tavaraliikenteen kysynnän ennustamiseksi. Yleiseksi tavoitteeksi asetettiin, että menetelmät ovat yleisesti hyväksytyjä ja että niillä voidaan tarkastella kaikkia liikennemuotoja samanaikaisesti.

Tavoitteena oli kehittää tavaraliikenteen kysynnän kokonaisjärjestelmä, joka käsittää kotimaan sisäisten kuljetusten ennustementelmät ja Suomen ulkomaankaupan kuljetusten ennustementelmät sekä molempien ennustementelmien yhteensovittamisen samaan käyttöjärjestelmään.

Tavaraliikenteen mallintamisessa tarvittiin tietoa tavaraliikenteen nykytilasta. Tätä varten yhdistettiin vuosina 1989, 1991 ja 1993 tehtyjen tieliikenteen tavarankuljetustutkimusten tulokset kuljetusmatriisiksi. Vaarallisten aineiden kuljetuksista muodostettiin erillinen matriisi, jonka tietojen avulla on mahdollista arvioida näiden kuljetusten ympäristövaikutuksia tieosittain.

3.1 Tavaraliikenteen mallit

Tutkimusohjelma aloitettiin vuonna 1992 tavaraliikenteen malleja koskevalla laajalla esitutkimuksella. Tässä tutkimuksessa selvitettiin Suomen suuralueiden välisten tavaravirtojen mallintamisen perusteet ja lähtökohdat, laadittiin alustavia malleja sekä yksilöitiin ne tietotarpeet, jotka ovat tärkeitä mallien jatkokokehittelyn ja käyttökelpoisuuden kannalta. Selvitys rajattiin kotimaankuljetuksiin kuitenkin niin, että myös tuonti ja vienti otetaan huomioon tavaroiden kokonaistarjonnassa ja -kysynnässä. Esiselvityksen yhteydessä tehtiin laaja kirjallisuusselvitys, jossa käytiin läpi tärkeimmät ulkomaiset selvitykset.

Tavaraliikenteen mallien kehittäminen on ollut vähäistä henkilöliikenteen malleihin liittyvään kehitystyöhön verrattuna. Syitä tutkimuksen vähäisyyteen on monia. Tavaraliikenteen säätely ja lupasidonnaisuus on ollut eräs syy. Teoriaa ei ole voitu soveltaa, koska sen edellyttämä vapaa kilpailu ei ole ollut mahdollista. Kun tavaraliikenteen rajoitukset ovat poistuneet, on myös kiinnostus alan tutkimukseen vilkastunut. Suomessa mallien kehittämisessä on lähdetty liikkeelle ulkomailla saaduista kokemuksista.

Tavaraliikenteen mallien kehittämisessä on tavoitteena laskentamenetelmä, jonka avulla voidaan arvioida tavaravirtoja erilaisissa tulevaisuuden tilanteissa. Merkittävimpiä kuljetusmarkkinoihin vaikuttavia tekijöitä ovat yleinen taloudellinen kehitys, tuotanto- ja aluerakenteelliset muutokset sekä kuljetusjärjestelmien kehittyminen. Olennaista on, että malleilla voidaan samanaikaisesti tarkastella kaikkia liikennemuotoja. Mallien tulee palvella niin valtakunnan sisäisten kuin Suomen kansainvälisten kuljetusyhteyksienkin ylläpitoa ja kehittämistä.

Parhaimman lähtökohdan tavaraliikenteen mallintamiselle tarjoavat alueelliset tai kansallisen panostuotostaulun pohjalta alueellistetut panos-tuotostaulut. Panos-tuotostaulut kuvaavat tuotantotoiminnan rakennetta ja toimialojen välistä riippuvuussuhteita. Alueellisten panos-tuotostietojen ohella tavaravirtojen estimoinnissa tarvitaan tietoja kuljetus- ja terminaalijärjestelmistä ja toteutuneista kuljetuksista. Tavaravirrat voidaan myös selvittää estimoimalla alueiden väliset kaupan mallit käyttämällä kansallista panos-tuotostaulua ja alueellisia tuotanto- ja kysyntätietoja.

Suunniteltu tavaraliikenne-ennusteiden laskentamenetelmä sisältää viisi vaihetta: tavaroiden tuotanto, tavaroiden käyttötapa, kuljetusten suuntautuminen, kuljetustapa ja kuljetusreitti. Perinnäisen neliportaisen laskentamenetelmän kaksi ensimmäistä vaihetta on siten jaettu kolmeksi vaiheeksi. Tutkimuksessa testatut mallityypit olivat strukturoitu logittimalli, alueiden välisen kaupan malli ja suora malli. Tarkasteluja varten kuljetukset jaettiin yhdeksään tavararyhmään, joille laadittiin omat mallit.

Mallit ovat kehitettävissä käyttökelpoisiksi esitutkimuksessa saatujen kokemusten pohjalta. Jatkossa on tärkeää, että mallien ja alueellisten panos-tuotostaulujen kehittäminen tapahtuu rinnakkain, jolloin voidaan parhaiten käyttää hyväksi olemassa olevat mahdollisuudet. Mallien viimeistely edellyttää myös kuljetustapaan vaikuttavien palvelutasotietojen tarkentamista.

Iikkanen Pekka, Kanner Heikki, Sikow Catharina, Sirkiä Ari, Vilkmán -
Vartia Armi: **Tavaraliikenteen mallit, esitutkimus.** Helsinki 1993 Liikenneministeriö ja tielaitos. Liikenneministeriön julkaisuja 23/93. 144 sivua
ISSN 0783 - 2680

3.2 Suomen ulkomaankaupan volyymin ja reitinvalinnan mallit

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia mallit, joilla voidaan selittää Suomen ulkomaankaupan volyymien ja suuntautumisen riippuvuutta Suomen ja ulkomaiden taloudellisesta kehityksestä sekä selittää ulkomaankuljetuksissa käytettäviä kuljetusreittejä tavararyhmittäin reittien ominaisuuksien avulla.

Ulkomaankaupan viennin ja tuonnin volyyminmuutoksia tutkittiin OECD-maiden taloudellisia tunnuslukuja koskevien aikasarjojen avulla. Tutkimuksessa sovellettiin regressiomallia, logaritmista mallia sekä indeksimallia, joista parhaimmaksi osoittautui logaritminen malli. Laaditut mallit olivat viennin ja tuonnin perusmallit sekä maakohtaiset mallit. Viennin perusmallin mukaan bruttokansantuotteen (BKT) 1 %:n kasvu kohdemaissa lisää Suomen vientiä näihin maihin keskimäärin 0,8 %. Vastaavasti Suomen BKT:n 1%:n kasvu lisää tuontia OECD-maista keskimäärin 0,5 % ja muista maista 1,3 %. Suomen viennin muutos riippuu talouden kehityksestä Ruotsissa, Espanjassa, Portugalissa ja Japanissa. Vastaavasti Suomen talouden kehityksestä riippuvaisinta on tuonti Kiinasta, Turkista, Kreikasta, Italiasta sekä Ranskasta.

Ulkomaankuljetusten reitinvalintamallien lähtötietoina käytettiin Tullihallituksen tullauseräkohtaisia tietoja vuodelta 1992. Reitillä tarkoitetaan tässä yhteydessä Suomen maarajaa tai Suomen sataman ja ulkomaan satamaryhmän välistä merilinjayhteyttä. Jokainen kuljetustapa muodostaa oman reitin. Kuvattuja kuljetustapoja ovat kuorma-auto, irtoperävaunu, kontti ja muu merikuljetus (suuryksiköimätön tavara). Kuljetusreitit kuvattiin kotimaan ja ulkomaan maakuljetusten, satamin terminaalitoimintojen sekä merikuljetusten osalta. Kuvattuja ominaisuuksia olivat kuljetus- ja terminaalikustannukset, kuljetus- ja terminaaliajat sekä merilinjojen frekvenssit. Käytetty aluejako kotimaassa noudatti kuntarajoja. Ulkomaat jaettiin 42 alueeseen.

Reitinvalintamallit laadittiin 13 tavararyhmälle. Tavarat, jotka kuljetetaan pääasiassa irtotavarana, rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Mallityössä sovellettiin logittimallia, joka on tyypiltään ns. yksilömalli. Logittimalli perustuu taloustieteessä käytettyyn hyödyn maksimoinnin periaatteeseen. Muuttujina käytettiin reittien ominaisuuksia eli kokonaiskustannusta, kokonaisaikaa sekä frekvenssiä. Joissakin malleissa kuljetusajan osakomponentit antoivat parhaimmat tulokset.

Laaditut mallit täyttivät varsin tyydyttävästi kriteerit, joilla testattiin mallien käyttökelpoisuutta. Niitä voidaan hyödyntää niin valtakunnallisessa kuin alueellisessakin liikennesuunnittelussa. Mallien avulla voidaan arvioida Itämeren alueella toteutettavien liikenneinvestointien vaikutuksia liikenneverkon, merilinjojen sekä satamien tavaraliikenteen määriin ja kuljetustarpeisiin. Merikuljetusten tutkimuskohteina voivat olla esim. uudet linjayhteydet, frekvenssien tihentäminen sekä uudet kuljetusjärjestelmät kuten junalautat ja nopeat alukset.

Iikkanen Pekka, Kanner Heikki, Sikow Catharina, Sirkkiä Ari: **Suomen ulkomaankaupan volyyymi- ja reitinvalintamallit**. Helsinki 1995. Liikenneministeriö ja Tielaitos: Liikenneministeriön julkaisuja L1/95, 54 sivua. ISSN 0783-2680, ISBN 951-723-013-3.

Iikkanen Pekka, Kanner Heikki, Sikow Catharina: **Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat**. Helsinki 1995, Liikenneministeriö: Liikenneministeriön julkaisuja L24/95, 52 sivua. ISSN 0783-2680 ISBN 951-723-037-0.

3.3 Suomen satamien ja kuntien välinen tavaraliikenne

Työn tavoitteena oli selvittää Tullihallituksen kuljetustilaston käyttömahdollisuudet Suomen ulkomaankaupan tavaraliikenteen kuvaamisessa ja alueellisten ulkomaankauppätietojen tuottamisessa. Lisäksi selvitettiin ja testattiin erilaisia laskentatapoja ulkomaankaupan tavaravirtamatriisien muodostamiseksi.

Tullihallitus luovutti aineiston vain tätä tutkimusta varten. Aineisto sisältää monipuolisia tullauseräkohtaisia tietoja, kuten tiedot kaupan suomalaisesta osapuolesta, kuljetuksesta, tavarán määrástá ja laadusta sekä tiedot tavarán tuonti- ja vientimaasta.

Tullasaineiston perusteella tarkasteltiin vuoden 1992 koko ulkomaankaupan tavaraliikenteen ominaisuuksia, sillä aineisto kattoi viennistä 98,8 % ja tuonnista 98,9 %. Aineiston mukainen viennin kokonaisarvo oli 109,7 ja tuonnin 96,9 miljardia markkaa. Ulkomaankaupan viennin tavaramäärä oli 21,6 ja tuonnin 34,5 miljoonaa tonnia.

Aineistosta tarkasteltiin erikseen sitä osaa, jossa ulkomaankauppaa käyvän yrityksen toimipaikan sijantikunta tiedettiin varmasti. Viennissä tällaita aineistoa oli 29,1% viennin arvosta ja 14,9% painosta. Tuonnissa vastaavaa aineistoa oli 16,4% tuonnin arvosta ja 3,4% tuonnin painosta.

Tavaravirtamatriisien laskentamenetelmiä testattiin erikseen tuonti- ja vienti-aineistolle. Työssä käytettiin neljää menetelmää: kolmiulotteinen tasapainotus, Kraft-, Voorhees- ja logittimalli. Laskelmien perusteella laadittiin tavararyhmittäiset matriisit. Kullekin tavararyhmälle valittiin tarkastelujen perusteella yksi laskentamenetelmä, jota käytettiin muodostettaessa tuonnin ja viennin kokonaismatriisia. Laskentamenetelmää voidaan käyttää nykyisten tavaravirtojen laskemisessa ja tarkasteltaessa kuljetusjärjestemien muutosten vaikutuksia tavaravirtoihin.

Tullihallituksen aineistosta voitiin tuottaa edullisesti tutkimuaineistoa. Aineistoa voitaisiin parantaa lisäämällä siihen tallennusvaiheessa tiedot ulkomaankauppaa käyvästä yrityksestä ja sen sijantikunnasta sekä tiedot Suomessa käytetystä kuljetusmuodosta.

Ari Sirkiä, Ville Makkonen, Jari Kurri, Matti Pursula: **Suomen satamien ja kuntien välisen tavaraliikenteen arviointi**. Helsinki 1995. Liikenneministeriö ja Tielaitos. Liikenneministeriön julkaisu L40/95, 150 sivua. ISSN 0783-2680.

3.4 Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus

Liikenneministeriö on aiemmin selvittänyt maamme kokonaistavaravirtoja vuosina 1981 ja 1986 - 1987. Kokonaistavaravirtatietoja tarvitaan liikennejärjestelmäselvityksissä, julkisten investointiohjelmien suunnittelussa sekä julkisten ja yksityisten hankkeiden suunnittelussa.

Tavaravirta-tiedoilla tarkoitetaan tavaraerän tietoja koko kuljetusketjusta lähtöpaikasta määräpaikkaan riippumatta siitä, mikä on kuljetusmuoto tai kenen toimesta kuljetus tapahtuu. Lähtöpaikka-määräpaikkamatriisin tavaravirrat kuvaavat liikenteen kysyntää. Liikennemuotojen tavaravirtatiedot taas kuvaavat sitä, miten tarjonta on vastannut kysyntää.

Vuoden 1994 tutkimus tehtiin VTT:n tekemän esisuunnitelman mukaisesti ja sen tekivät LT-Konsultit Oy ja Tilastokeskus. Tutkimus toteutettiin postikyselynä syksyllä 1994. Kysely lähetettiin 4 500 suurimpaan kuljetukseen synnyttävään toimipaikkaan ja tavoitteena oli saada luotettavaa perustietoa kuljetustapahtumista ja -määristä ja eri kuljetusmuotojen muodostamista ketjuista. Toimipaikoilta kysyttiin sekä vuoden 1993 tavarankuljetusten yleistietoja että kahden viikon jakson, 24.10 - 6.11.1994, eriteltyjä kuljetuskirjauksia. Lopullisen kehikon 4 265 toimipaikasta 32,9 % antoi tavaravirtatietoja, joista noin 700 täytti myös tarkemman kirjauslomakkeen. Tutkimusaineisto on tallennettu tarkastettuna Tilastokeskuksessa SAS-tietokantaan.

Aineistosta on tulostettu raporttiin yleistietoja ja maakuntakohtaisia tulosteita erikseen lähtevistä kotimaan kuljetuksista, saapuvista kotimaan kuljetuksista sekä viennistä ja tuonnista. Kyselyparametrein laajennetun tutkimuksen arvioidaan sisältävän noin 185 miljoonan tonnin kuljetukset, mikä vastaa kolmea neljäsosaa Suomen pitkämatkaisista kuljetuksista.

Suomen huomattavimmat kotimaan tavaravirrat lähtevät Uudeltamaalta ja Varsinais-Suomesta. Samat alueet ovat myös viennin kannalta merkittävimmät. Kotimaan tavaravirtoja päätyy eniten Etelä-Karjalaan. Tuonnin tavaravirroista yli kolmasosa tulee Uudellemaalle (ks. taulukko seuraavalla sivulla).

Merkittävää on, että 70 - 80 % kotimaan kuljetuksista oli kyselyn piiriin kuuluvien toimialojen välisiä kuljetuksia. Tämä on otettava huomioon, kun tuloksia yhdistellään. Esimerkiksi summattaessa kotimaan saapuvia ja lähteviä kuljetuksia on huomattava, että saapuvissa ja lähtevissä virroissa on kirjattu osin samoja virtoja kahteen kertaan. Kotimaan kuljetustonneista noin 80 % sisälsi vain kuorma-autokuljetuksia ja yli 90 %:ssa ulkomaan kuljetuksista rajan ylittävänä kulkumuotona oli laiva.

Kyselyssä tavaravirrat jaettiin 19 eri tavararyhmään. Tuloksista havaitaan, että rakennusmateriaalit, öljytuotteet, puutuotteet ja -raaka-aineet ovat hyvin edustettuina, kun sen sijaan kivihilli ja maataloustuotteet ovat aliedustettuna.

Liikenneministeriön julkaisusarjassa ilmestynyt raportti sisältää kymmeniä taulukkoja ja kuvia, jotka kuvaavat tavaravirtoja ja niihin liittyviä ominaisuuksia. Aineistosta voidaan tuottaa suuri joukko erilaisia tulostuksia. Tutkimuksen aikana syntyneet taulukot ja matriisit on koottu sekä kirjalliseksi että taulukkolaskentatiedostoiksi.¹⁾

Lehto, Hannu - Virtanen, Hannu - Kivioja, Taina - Ollila, Pauli: **Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus 1994**. Helsinki 1996. Liikenneministeriö. Liikenneministeriön julkaisuja L21/96. 104 sivua. ISSN 0783-2680.

¹⁾ Raporttia myy Oy Edita Ab. Taulukkolaskentatiedostot on saatavissa liikenneministeriön tavaraliikennesyksiköstä erikoistutkija Pekka Aaltoselta. Tilastokeskuksen taltioidusta perusaineistosta voidaan kohtuullisin työkustannuksin tilata halutulla tavalla muodostettuja tulosteita, ylittämättä tilastoaineiston tietosuojaa koskevia rajoituksia.

Taulukko: Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus 1994, maakuntien tavaravirrat

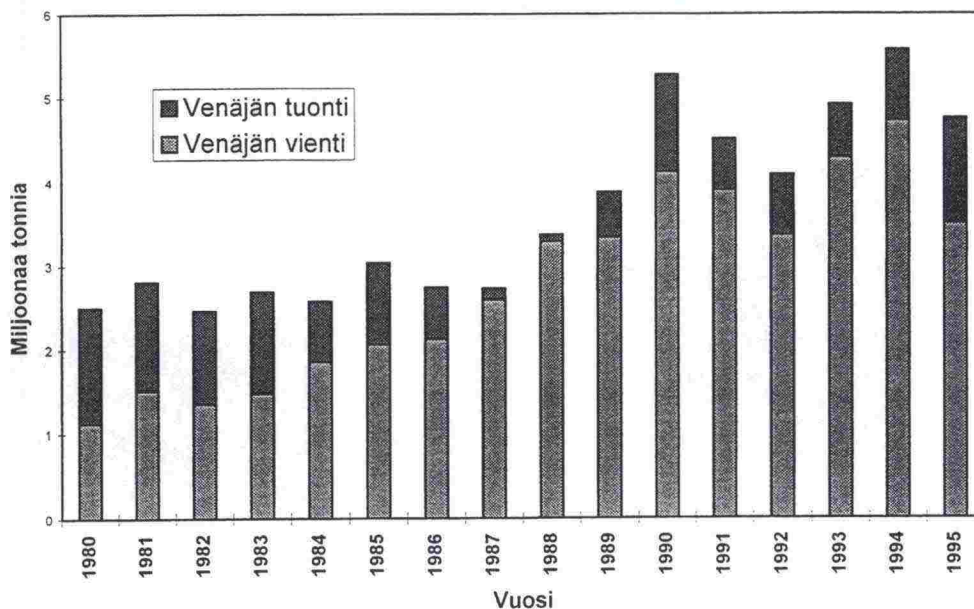
KATOKORJATTU TUTKIMUSAINEISTO 1000 tonnia/1994		KOTIMAAN KOTIMAAN		VIENTI	TUONTI
TOIMIPAIKAN MAAKUNTA		LÄHTEVÄT	SAAPUVAT		
	Yhteensä	78031	89096	37542	41873
1	Uusimaa	18734	8510	6494	15908
2	Varsinais-Suomi	11050	3934	5180	7483
3	Ahvenanmaa	552	674	299	5
4	Satakunta	3681	5322	1573	2771
5	Häme	3977	4965	1149	422
6	Pirkanmaa	2562	4526	1275	340
7	Päijät-Häme	3411	3605	1848	489
8	Kymenlaakso	3762	2396	2051	5792
9	Etelä-Karjala	5319	12485	2188	2204
10	Etelä-Savo	1089	2302	13	27
11	Pohjois-Savo	4114	8108	1738	1283
12	Pohjois-Karjala	3511	3515	3976	287
13	Keski-Suomi	3206	5187	2429	450
14	Etelä-Pohjanmaa	1720	3604	322	335
15	Vaasan rannikkoseutu	1816	2952	1359	804
16	Keski-Pohjanmaa	1232	788	636	603
17	Pohjois-Pohjanmaa	2913	4658	1932	860
18	Kainuu	2179	2579	919	51
19	Lappi	3204	8988	2162	1762

3.5 Kauttakulkuliikenteen kehityksen seuranta

Liikenneministeriössä on vuodesta 1992 lähtien seurattu ja arvioitu tavaraliikenteen kauttakulkuliikenteen kehittymistä erillisten tutkimusten avulla 1990-luvun alkuvuosina ja vuoden 1994 alussa käynnistettiin kauttakulkuliikenteen kuukausittainen seuranta.

Suomessa on 1990-luvun aikana herännyt suuri kiinnostus Suomen kautta kulkevaan Venäjän ulkomaankaupan tavaraliikenteeseen. Kauttakulkuliikenteen määrä on kokonaisuuden kannalta melko pieni. Se on esim. tieliikenteessä vain prosentin kymmenesosa koko tieliikenteen tavarankuljetusmääristä, mutta toisaalta kuorma-autojen ulkomaanliikenteessä kauttakulkuliikenteen merkitys on suuri. Satamien kauttakulkuliikenne on ollut 7 %:n luokkaa koko tavaraliikenteestä. Rautateille kauttakulkuliikenne on ollut tärkeä tulolähde. Se oli parhaimmillaan vuonna 1994 noin 9 % koko VR:n liikevaihdosta. Samana vuonna kauttakulkuliikenteen myyntitulot suomalaisille yrityksille olivat yhteensä noin 1,3 miljardia markkaa.

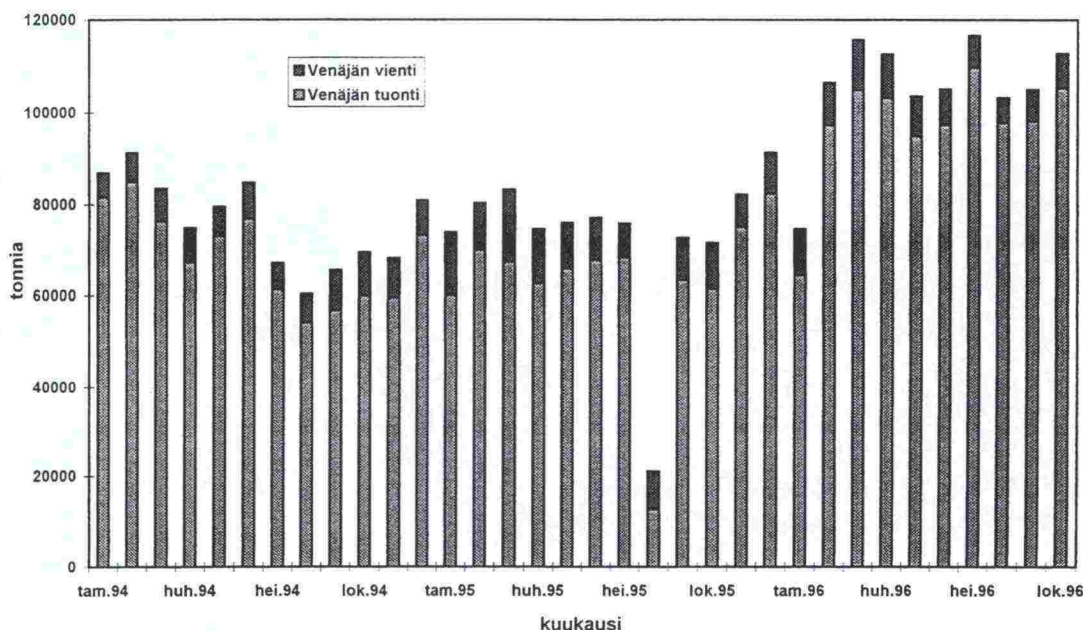
Vuonna 1995 kauttakulkuliikenteen kokonaismäärä Suomen satamissa pieneni edellisen vuoden kaikkien aikojen ennätyksestä 5,4 miljoonasta tonnista 4,7 miljoonaan tonniin. *Kuvasta 1* nähdään, että kauttakulkuliikenteen määrä on vaihdellut huomattavasti. Sen vaihtelu on suurempaa kuin kotimaan tavaraliikenteen tai viennin ja tuonnin. Tämän vuoksi on tarvittu tietoa kauttakulkuliikenteen määrien kuukausittaisesta kehityksestä. Erityisesti tätä tietoa on tarvittu tieliikenteestä, jonka lisääntyminen Suomen ja Venäjän välillä on ollut merkittävää. Tietoja on tarvittu muun muassa neuvotteluissa, joita on käyty venäläisten viranomaisten kanssa. Venäjän rajalla on ajoittain ollut pitkiä jonoja erilaisten maksujen, verojen ja muiden tarkastusten muuttumisen takia. Lisäksi kuljetuslupien saatavuudessa on ollut ongelmia.



Kuva 1: Venäjän kauttakulkuliikenne Suomen satamissa.

Kun kauttakulkuliikenteen yhteydessä puhutaan viennistä ja tuonnista, on oltava tarkka. Tavara täytyy sekä tuoda tänne että viedä, jotta kyseessä on kauttakulkuliikenne. Tämän vuoksi onkin selkeämpää puhua Venäjän tavaraliikenteestä, sen viennistä tai tuonnista. Asia on helppo satamien kannalta: kauttakulkuliikenteen vienti on samalla myös Venäjän vientiä.

Kauttakulkuliikenteen tärkein kulkumuoto ja suunta on ollut Venäjän (tai ennen Neuvostoliiton) vienti rautateitse Suomen satamien kautta muihin maihin. Tärkeimmät satamat ovat olleet Kotka, Hamina ja Kokkola. Venäjän tuonti kuorma-autoilla Suomen satamien kautta on lisääntynyt neljässä vuodessa lähes kymmenkertaiseksi. Tarkempi tilastointi alkaa vasta vuodesta 1994. *Kuvasta 2* nähdään, että tieliikenteen kauttakulkuliikenteen määrä oli melko vakio lokaaliseen 1995 asti, minkä jälkeen kauttakulkuliikenne on selvästi lisääntynyt.



Kuva 2: Venäjän kauttakulkuliikenne, tieliikenne.

Rautateiden kauttakulkuliikenne on sen sijaan vähentynyt selvästi vuoden 1994 jälkeen. Kauttakulkuliikenteen tilastoinnissa on ongelmana se, että varsinkin rautateillä ja osin myös satamissa tavarantoimituksen lopullista käyttötarkoitusta ei tiedetä varmasti, eli ei tiedetä, onko kyseessä maamme oma ulkomaankauppa vai kauttakulkuliikenne. Tämän vuoksi rautateiden kauttakulkuliikenteen kokonaismäärä on ollut yksinään jopa suurempi kuin satamien kauttakulkuliikenne, vaikka sekä teillä ja rautateillä kuljetettu kauttakulkuliikenne lähtee tai tulee Suomeen merikuljetuksena. Valitettavasti tilastointia ei voida korjata lyhyellä aikavälillä. Kulkumuotoja pitääkin tarkastella erikseen silloin, kun tutkitaan kauttakulkuliikenteen kehitystä.

Vuoden 1996 kauttakulkuliikenteen kokonaismäärä tulee kuuden kuukauden tietojen perusteella jäämään vielä pienemmäksi kuin edellisen vuoden kauttakulkuliikenteen kokonaismäärä. Satamien kauttakulkuliikenteen kokonaismäärä tulee olemaan 4 miljoonan tonnin luokkaa. Kauttakulkuliikenne on vähentynyt nimen omaan rautateillä. Tieliikenne tulee olemaan yli miljoona tonnia, mikä on uusi ennätys.

Kauttakulkuliikenteen tilastoinnin on liikenneministeriölle tehnyt tähän asti VTT:n Kuljetukset ja liikenne -yksikkö. Vuoden 1997 alusta lähtien tilastointi tullaan siirtämään Tilastokeskukselle, jonne liikenteen tilastointi muutenkin on pyritty keskittämään.

Kauttakulkuliikenteen kehitystä on pyritty ennustamaan erillisillä selvityksillä, mutta se tuntuu kuitenkin perinteisillä liikenne- ja kansantalousmalleilla lähes mahdottomalta. Suurin syy on se, että tavaraliikenteen kokonaismäärään ja suuntautumiseen vaikuttavat eniten Venäjän talouden kehitys ja poliittiset olot.

Venäjän taloudesta on esitetty skenaarioita nopeasta kasvusta aina täydelliseen romahdukseen. Lisäksi on vaikea arvioida Venäjän kokoisen suuren maan tarvetta käydä ulkomaankauppaa erilaisissa olosuhteissa. Esimerkiksi Maailmanpankin ennusteissa pidetään todennäköisenä, että Venäjän talous kääntyy laskusta suhteellisen hitaaseen nousuun. 1990-luvun alussa käänteen arvioitiin tapahtuvan tänä vuonna, mutta ilmeisesti IVY-maiden talous ei kuitenkaan vielä vuonna 1996 kasva, vaikka muut Itä-Euroopan maat kehittyvät nopeasti.

Pelkkä kauttakulkuliikenteen määrän seuraaminen ei kuitenkaan ole järkevää. Suomelle on tärkeää, että Venäjältä tulevan tai menevän tavarankuljetuksen määrä lisääntyisi Suomessa. Samoin suoran viennin kasvu Venäjälle on toivottavaa, sillä Suomeen jäävä kansantaloudellinen hyöty on tällaisesta tavarasta paljon suurempi kuin pelkästä maan kautta kuljetetusta tavarasta. Näin on varsinkin silloin, kun kuljettamisen hoitavat ulkomaiset liikennöitsijät.

3.6 Tieliikenteen tavarankuljetustilastojen 1989, 1991 ja 1993 yhdistelmä

Määräpaikkatutkimusten yhdistäminen tehdään erikseen sekä kevyelle että raskaalle ajoneuvoliikenteelle, jolloin niiden summana saadaan liikenteen kokonaismäärä. Raskasta liikennettä on kuitenkin tarkasteltu myös erikseen yhdistämällä vuosien 1989, 1991 ja 1993 tieliikenteen tavarankuljetustilastot yhdeksi kunta-kuntatason aineistoksi. Aineisto on laajennettu tavaralajeittain siten, että siitä laskettu kuljetussuorituksen kokonaismäärä vastaa vuoden 1993 tilaston perusteella arvioitua suoritetta.

Jotta yhdistetty aineisto olisi helposti käytettävissä, siitä on tehty Paradox-pohjainen tietokanta, jonka päälle on rakennettu yksinkertainen kyselyjärjestelmä. Kyselyjärjestelmän avulla tietokannasta voidaan tulostaa kunta-, lääni- tai piiritason tulostuksia joko vuoden aikana kuljetetuista tavaramääristä tai raskaan liikenteen määristä. Tulokset saadaan haluttaessa erikseen eri kuorma-autotyypeille, eri tavaralajeille ja erityyppisille lähtö- ja määräpaikoille tai mille tahansa näiden yhdistelmälle. Kuntatason tulostukset saadaan suoraan EMME/2-muodossa.

Tavarankuljetustilastojen yhdistelmän tietoja on käytetty useissa eri selvityksissä. Niiden yhteydessä on huomattu, että vaikka kyseessä onkin kolmen vuoden yhdistetty aineisto, tulokset ovat luotettavia vain kokonaismäärien tasolla ja vain hyvin karkealla aluejaolla. Mitä pienempiin osiin aineistoa jaetaan sitä epävarmempaa se on.

Raimo Kauhanen ja Ismo Husso (Suunnittelukeskus Oy): **Tieliikenteen tavarankuljetustilastojen 1989, 1991 ja 1993 yhdistelmä, yhdistelyperiaatteet ja käyttöliittymä**. Helsinki 1995. Muistio
Kopioita muistiosta on saatavissa Tielaitoksen tutkimuskeskuksesta.

3.7 Vaarallisten aineiden tiekuljetukset

Vaarallisten aineiden tiekuljetusten määrä oli liikenneministeriön vuonna 1992 tekemän kyselyn mukaan yhteensä 9,7 milj. tonnia. Tästä määrästä nestemäisten polttoaineiden osuus oli 80 %, syövyttävien aineiden 14 %, kaasujen n. 5 % ja muiden vaarallisten aineiden n. 1 %.

Nestemäisten polttoaineiden tiekuljetusten reittien ja määrien selvittämiseksi tehtiin öljy-yhtiöille Öljyalan keskusliiton myötävaikutuksella vuoden 1995 öljynkulutusta koskeva kysely. Kyselyn tuloksena saatiin kunnittainen öljytuotteiden kulutus ja jakelu tavararyhmittäin. Tavararyhmät olivat bensiini, dieselöljy, kevyt polttoöljy ja raskas polttoöljy.

Kuljetusmatriisi on muodostettu käyttäen hyväksi kunnittaisia jakelu- ja kulu-
tustietoja, kuntien välistä päätieverkon etäisyysmatriisia sekä tietoa kuljetusten keskipituudesta. Virtamatriisit on laskettu erikseen kullekin tavararyhmälle käyttämällä painovoimamallia. Työn tuloksena tielaitoksen käytettävissä on tavararyhmittäiset virtamatriisit, joista öljykuljetusvirrat voidaan sijoitella tieverkolle Emme-ohjelman avulla.

Liikenneministeriön vuonna 1992 tekemän kyselyn tiedot on saatu Tielaitoksen käyttöön, joten nestemäisten polttoaineiden lisäksi myös muiden vaarallisten aineiden kuljetusvirrat voidaan sijoitella tieverkolle ja arvioida kuljetuksista aiheutuvia riskejä tieosittain.

Raimo Kauhanen, Suunnittelukeskus Oy: **Nestemäisten polttoaineiden tavaravirtamatriisit; työraportti.** Helsinki 1996. Tielaitos tutkimuskeskus.

4 NYKYISTEN AUTOLIIKENNEVIRTOJEN KUVAUKSET

Henkilöliikenteen mallien rinnalle on Liikenteen kysyntä -projektissa laadittu erikseen malleja myös nykyisestä autoliikenteestä. Projektiin kuului kaksi työtä, joista toisessa tarkasteltiin mahdollisuuksia yhdistää kaikki tähän mennessä eri puolilla maata tehdyt määräpaikkatutkimukset yhdeksi suureksi tutkimukseksi ja toisessa luotiin menetelmiä autoliikennevirtojen sijoitteluksi tieverkolle. Menetelmät on sovitettu EMME/2-järjestelmään, johon on lisäksi koodattu kuvaus koko maan tieverkosta erilaisia tieverkon suunnittelu- ja analyysitehtäviä varten. Laadittuja menetelmiä ja kuvauksia voidaan soveltaa sekä kevyelle että raskaalle ajoneuvoliikenteelle. Nykyisestä raskaasta ajoneuvoliikenteestä on tehty myös erillinen tavarankuljetustilastoihin perustuva kuvaus, jota esitellään tarkemmin tavaraliikennettä koskevassa luvussa.

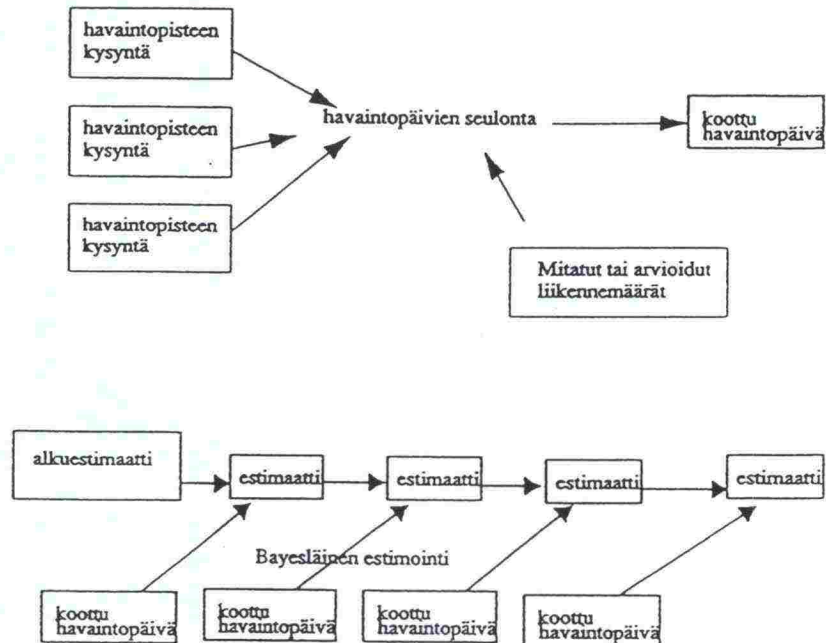
4.1 Määräpaikkatutkimusten yhdistäminen

Jo pitkään on ollut haaveena yhdistää kaikki vuosien varrella eri puolilla maata tehdyt määräpaikkatutkimukset yhdeksi suureksi kuntien välistä liikennettä kuvaavaksi tutkimukseksi. Ongelma on kuitenkin ollut hyvin vaikea, sillä käytössä ei ole ollut sopivaa algoritmia, jonka avulla olisi voitu päätellä, mitkä haastattelupisteet ovat kullekin virralle rinnakkaisia ja mitkä peräkkäisiä, ja kuinka suuri osa kustakin virrasta eri pisteissä havaitaan. Asiantuntija voi kyllä käsitellä subjektiivisesti yksittäisiä virtoja, mutta koska kuntapareja kaiken kaikkiaan on yli 200 000 kappaletta, kaikkien virtojen tämäntapainen käsittely on mahdotonta.

EMME/2:ssa tapahtuva liikennevirtojen sijoittelu näyttäisi tarjoavan ratkaisun, ja siihen nyt laadittu menetelmä perustuukin. Siinä alun perin yksinkertaisella painovoimamallilla arvioituja liikennevirtoja tarkistetaan vähitellen eri määräpaikkatutkimuksista saaduilla havainnoilla, jolloin lopullinen arvio kustakin virrasta on alkuperäisen mallin ja eri havaintojen eräänlainen painotettu keskiarvo. Mitä enemmän virrasta on havaintoja sitä vähemmän painoarvoa on alkuperäisellä mallilla.

Yhdistelyn tuloksena saadaan liikennevirtamatriisi, johon on tuotu mahdollisimman suuri osa määräpaikkatutkimusten sisältämästä informaatiosta. Lisäksi sivutuotteena saadaan tieto matriisin elementtien luotettavuudesta.

Jotta määräpaikkatutkimusten yhdistely sujuisi mahdollisimman helposti, on EMME/2:n oheen tehty apuohjelma, joka tekee pääosan yhdistelytyöstä. Varsinainen yhdistelytyö on aloitettu, ja matriisit pyritään saamaan valmiiksi vuoden 1996 loppuun mennessä. Yhdistely tehdään erikseen kevyelle ja raskaalle ajoneuvoliikenteelle.



Kuva: Määräpaikkatutkimusten yhdistely: Jokaisen liikennevirran estimaatti päivitetään eri määräpaikkatutkimuksista saaduilla havainnoilla

Holma Maunu (Matrex Oy): **Määräpaikkatutkimusten yhdistäminen, vaatimusten määrittely.** Helsinki 1995. Muistio.
Holma Maunu (Matrex Oy): **Määräpaikkatutkimusten yhdistely, ohjelman asennus ja käyttö.** Helsinki 1996. Muistio.
Kopioita molemmista muistioista on saatavilla Tielaitoksen tutkimuskeskuksesta

4.2 Tieliikenteen sijoittelumenetelmien kehittäminen

Jotta liikennevirrat voitaisiin sijoitella verkolle, on oltava malli siitä, miten liikennemäärät vaikuttavat matka-aikaan tai matkakustannuksiin erityyppisillä teillä ja erilaisissa tieoloissa. Tätä riippuvuutta kuvataan ns. vastusfunktioiden avulla.

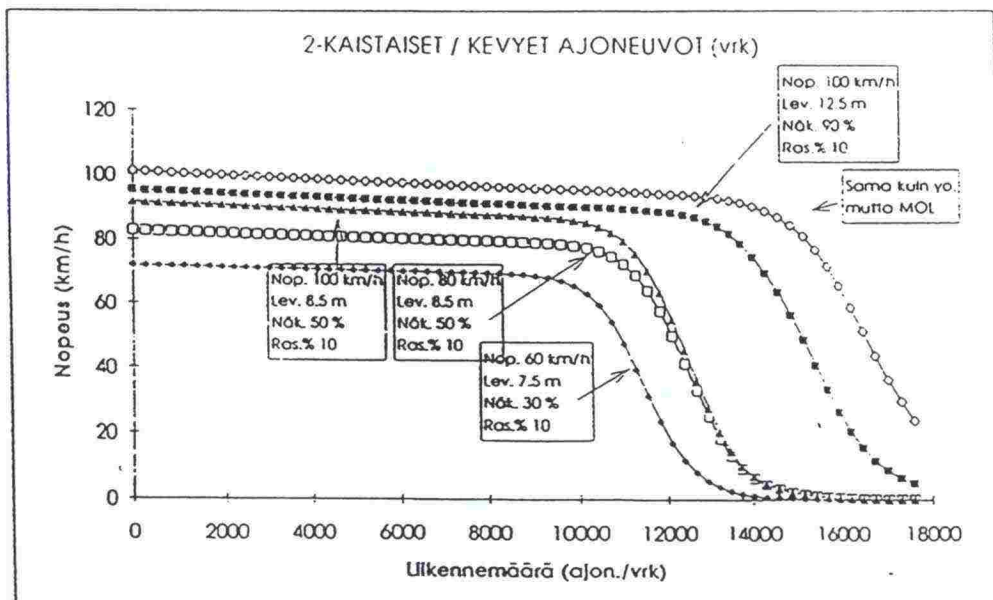
Jos tarkastellaan keskimääräistä vuorokausiliikennettä, kaikki nopeimmalle -sijoittelu tuntuisi riittävältä, koska liikenne mahtuu helposti kulkemaan lähtöpaikasta määräpaikkaansa yhden vuorokauden aikana. Todellisuudessa liikennevirrat kuitenkin hajaantuvat monesta syystä usealle reitille, ja niinpä

suunnittelussa tarvitaankin sellaisia funktioita, joiden avulla myös keskimääräinen vuorokausiliikenne voidaan sijoitella todellisuutta paremmin vastaavalla tavalla.

Tässä työssä on muodostettu vastusfunktiot sekä kevyelle että raskaalle ajoneuvoliikenteelle samoin kuin tunti- ja vuorokausiliikenteelle. Moottoriteille, moottoriliikenneteille, tavallisille kaksikaistaisille teille ja kaduille on tehty kullekin omat funktiot.

Muodostetut funktiot kuvaavat linkin kulkemiseen eri liikenneoloissa kuluvaa aikaa. Niiden tausta-aineistona on käytetty LAM-pisteistä kerättyä tietoa ajoneuvoliikenteen nopeuksista erilaisissa tie- ja liikenneoloissa sekä tierekisteristä saatuja tien geometriaa kuvaavia muuttujia. Funktioiden keskeisiä käsitteitä ovat vapaa nopeus, kapasiteettiliikennemäärä ja hetkellinen liikennemäärä.

Sijoittelufunktioiden käytön helpottamiseksi on EMME/2:een tehty apuohjelma, joka poimii tarvittavat tierekisterin muuttujat ja tekee niihin funktioiden vaatimat muunnokset. Lisäksi apuohjelman avulla voidaan muuttaa EMME/2-verkossa olevia funktioviittauksia, jos tuntiliikenteen asemesta halutaan tarkastella vuorokausiliikennettä tai kevyen ajoneuvoliikenteen asemesta raskasta liikennettä tai päinvastoin.



Kuva: Esimerkkejä 2-kaistaisten teiden kevyen ajoneuvoliikenteen nopeus- liikennemääräfunktioista (vuorokausiliikenne).

Pesonen Hannu ja Lahelma Harri (LT-Konsultit Oy): **Nopeus-liikennemääräfunktioiden muodostaminen LAM-aineistoista**. Tielaitos, tutkimuskeskus. Helsinki 1994. Tielaitoksen selvityksiä 22/1994. TIEL 3200232, ISSN 0788-3722, ISBN 951-47-9382-X.

Julkaisun painos on loppunut. Kopioita julkaisusta on saatavissa Tielaitoksen tutkimuskeskuksesta.

5 LIIKENNE- JA AUTOKANTAENNUSTEET

Pitkän ajan ennusteiden osalta Liikenteen kysyntä -projektissa on ollut tavoitteena viiden vuoden takaisen liikenne- ja autokantaennusteen uusiminen. Makroennuste ajalle 1995 - 2020 valmistui vuoden 1995 elokuussa. Uutta ennusteessa on laajemmin esitelty **perusennusteen** lisäksi päätöksenteon avuksi luonnostellut vaihtoehtoiset ennusteet eli skenaariot. Ennusteesta on lisäksi johdettu alueelliset ennusteet kaikille Suomen kunnille.

Varsinaisen ennusteen tueksi on tehty erilaisia lisäselvityksiä ja tutkimuksia mm. polttoaineen hinnannousun vaikutuksista auton käyttöön, polttoaineen hankinnan joustoista ja ruokakuntien auton käytöstä. Lisäksi ennusteita tehtäessä on käytetty runsaasti hyväksi tulevaisuustiedon hankinnassa kerättyä aineistoa autoistumiseen ja liikkumiseen vaikuttavien taustatekijöiden muuttumisesta Suomessa ja ulkomailla. Voimassaolevaa ennustetta on seurattu ja päivitetty vuosittain, samalla on hoidettu tietopalvelua eli ennusteen soveltamista erilaisten käyttäjien tarpeisiin.

5.1 Liikenne- ja autokantaennuste 1995 - 2020

Tielaitoksessa on laadittu uusi liikenne-ennuste yleensä viiden vuoden välein. Tehtyjä ennusteita sekä ennusteiden pohjana olevien taustatekijöiden kehitystä seurataan vuosittain ja tarvittaessa ennusteita tarkistetaan muuttuneita olosuhteita vastaaviksi.

Ennusteen tärkeimmät tulokset ovat tiivistettynä seuraavat:

- liikenne lisääntyy ennustejaksolla 41 %
- henkilöautoliikenne lisääntyy 35 %
- kuorma-autoliikenne lisääntyy 70 %
- kevyt autoliikenne (ha, pa) lisääntyy 40 %
- raskas autoliikenne (ka, la) lisääntyy 56 %
- autokanta kasvaa 47 %
- henkilöautokanta kasvaa 42 %
- koko autokanta on vuonna 2020 3,16 milj. autoa
- henkilöautokanta on vuonna 2020 2,65 milj. autoa
- henkilöautotiheys vuonna 2020 on 510/autoa/1000 as

Tieliikenne-ennuste 1995 - 2020 on luonteeltaan **perusennuste**. Siinä ei ole otettu huomioon mahdollisia erityisiä liikenne- ja yhteiskuntapoliittisia toimenpiteitä, joilla saattaisi olla vaikutusta liikenteen määrään. Perusennusteessa liikenne kehittyy niiden yhteiskunnallisten olosuhteiden mukaisesti, jotka vallitsivat ennen 1990-luvun alun talouslammasta. Kehitykseen vaikuttavat ensisijaisesti tulot sekä väestön, väestön ikärakenteen ja kotitalouksien lukumäärän muutokset.

Perusennusteen lisäksi on alustavasti kuvattu kahta muuta vaihtoehtoista skenaariota liikenteen kehityksestä.

Liikenteen kehitykseen vaikuttavat tekijät

Liikenne- ja autokantaennusteiden pohjana on käytetty useiden eri taustatekijöiden ennusteita. Niitä ovat laatineet monet virastot ja laitokset, ja useimmat näistä ennusteista ovat luonteeltaan "virallisia", suunnittelutarkoituksiin käytettäviä ennusteita tai suunnitteita. Talousennusteita ovat tehneet mm. VM, VATT ja ETLA ja väestöennuste on peräisin Tilastokeskuksesta. Tielaitoksen uusi liikenne- ja autokantaennuste perustuu seuraaviin taustatekijöiden kehitysarvioihin:

- Teollisuusmaiden bruttokansantuote (BKT) kasvaa vuoteen 2005 asti 2,7 %/v.
- Suomen BKT kasvaa ennustejaksolla vuosina 1995 - 1999 3,5 %/v, 2000 - 2005 3 %/v ja 2006 - 2020 2 % /v.
- Kotitalouksien tulot kasvavat saman verran kuin BKT, mutta kotitaloutta kohden 0,5 % vähemmän kuin BKT kotitalouksien lukumäärän kasvun takia.
- Väestö kasvaa ennustejaksolla 2 %, työkäinen väestö lisääntyy vuoteen 2010 asti, mutta alkaa tämän jälkeen nopeasti vähetä.
- Vanhempien ikäryhmien osuus kasvaa.
- Kotitalouksien lukumäärä lisääntyy 14 %, eli 0,5 %/v.

Liikenteen kulutusmenojen oletetaan kasvavan 5 %/v vuosina 1995 - 2000, eli hiukan nopeammin kuin BKT. Tämä johtuu siitä, että liikenteen kulutusmeno-osuus oli poikkeuksellisen pieni vuonna 1994. Vuoden 2000 jälkeen liikennemenot kasvavat saman verran kuin BKT:kin. Liikennemenojen nopean kasvun takia liikenne kehittyy ennustejakson alkupuolella selvästi nopeammin kuin jakson loppupuolella.

Ennustemenetelmät

Henkilöautoliikenne-ennuste perustuu kotitalouksien autotiheyden (autoa/100 kotitaloutta) sekä vuotuisen ajosuoritteen kehityksen tarkasteluun. Tulojen lisääntyessä kotitalouksien autonomistuksen ja autonkäytön oletetaan kehittyvän ylempiin tuloluokkiin kuuluvien kotitalouksien autonomistuksen ja -käytön mukaisesti. Tarkastelu on tehty ikäryhmittäin. Henkilöautoliikenne-ennuste on saatu kertomalla eri tyyppisten kotitalouksien ennustetuilla autotiheysluvuilla vastaavat ajosuoritteet ja kotitalouksien lukumäärät.

Uudessa ennusteessa ennustemenetelmää on kehitetty aikaisemmasta siten, että kotitalouksien tuloryhmät on muodostettu **kuluttajajaksikoittain**, joten autonomistusta ja autonkäyttöä tarkastellaan kuluttajajaksikkoa kohden. Tällä tavoin on voitu poistaa kotitalouksien erilaisen rakenteen vaikutus ennusteisiin.

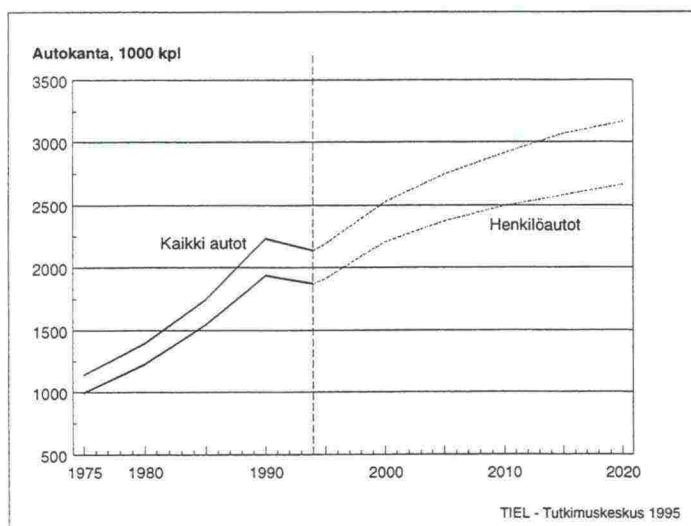
Kuorma- ja pakettiautoennusteiden perustana on tuotannon eri sektoreiden kasvuennusteet. Sektorin kuljetusten oletetaan kasvavan sektorin tuotannon kasvun mukaisesti. Koko tavaraliikenne-ennuste on saatu summaamalla eri sektoreiden kuljetussuoritteet.

Ennusteessa ei ole tarkasteltu erikseen kansainvälisen liikenteen kehitystä. Sillä se sisältyy lähtötietoina liikennemäärälukuihin ja siten myös ennusteisiin.

Kansainvälinen liikenne määräytyy kuitenkin eri perustein kuin kotimaan liikenne, ja keskittyy vain muutamille tieosille. Siksi sen kehityksen arvioiminen vaatisi oman erillisen selvityksensä.

Autokanta perusennusteen mukaan 1995 - 2020

Perusennusteen mukaan autokanta kasvaa 47 prosenttia ja henkilöautokanta 42 prosenttia vuosina 1995 - 2020. Kasvu on nopeaa kuluvan vuosikymmenen lopun ajan, 2,7 prosenttia vuodessa, mutta hidastuu ennustejakson loppua kohden. Henkilöautojen määräksi arvioidaan 2,65 miljoonaa autoa ja koko autokannan suuruudeksi 3,16 autoa vuonna 2020. Henkilöautotiheyden arvioidaan kehittyvän vuoden 1994 tiheydestä, 367 autosta 1000 asukasta kohden, 510 autoon vuoteen 2020 mennessä. Koko autokannan ja henkilöautokannan kehitys vuosina 1975 - 1994 ja ennuste vuosille 1995 - 2020 on esitetty kuvassa 1.

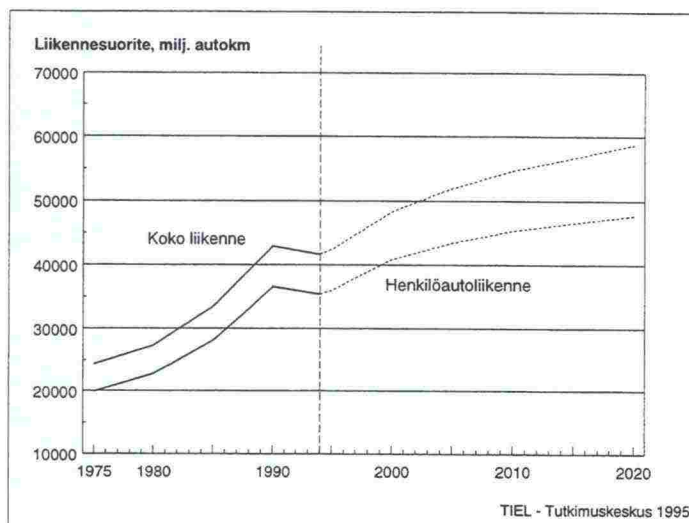


Kuva 1: Henkilöautokannan ja koko autokannan kehitys vuosina 1975 - 1994 ja ennuste vuosille 1995 - 2020.

Tieliikenne 1995 - 2020

Liikenteen perusennusteessa on oletettu eri liikennemuotojen henkilö- ja tavaraliikenneosuuksien pysyvän ennallaan, samoin oletetaan, että yleisten teiden osuus tieliikenteestä pysyy ennallaan.

Vuosina 1995 - 2020 koko autoliikenne lisääntyy 41 prosenttia ja henkilöautoliikenne 35 prosenttia. Kuluvalla vuosikymmenellä koko autoliikenne ja henkilöautoliikenne lisääntyvät noin 2,5 prosenttia vuodessa. Ensi vuosituonnille siirryttäessä liikenteen kasvu hidastuu. EU:n mittojen ja painojen käyttöönotto (painoihin siirtyminen ei näytä nyt todennäköiseltä, yhdistelmät ehkä pidentyvät) voi vaikuttaa raskaan autoliikenteen lisääntymiseen. Tieliikenteen kasvu vuosina 1975 - 1994 ja ennuste vuosille 1995 - 2020 on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2: Henkilöautoliikenteen ja koko liikenteen kehitys vuosina 1975 - 1994 ja ennuste vuosille 1995 - 2020 (yleiset tiet, kadut ja yksityistiet)

Kevyt ja raskas liikenne 1995 - 2020

Kevyt autoliikenne (ha, pa) lisääntyy ennustejakson alussa hiukan nopeammin kuin raskas liikenne (ka, la), mutta jakson loppupuolella raskaan liikenteen lisääntyminen on nopeampaa. Henkilöautoliikenteen kasvu hidastuu selvästi ensi vuosituhannella siitä syystä, että henkilöautotiheys saavuttaa kylläystasonsa joissakin kotitalousryhmissä. Kevyen ja raskaan sekä koko autoliikenteen kasvukertoimet eri ajanjaksoilla on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Kevyen ja raskaan ja koko autoliikenteen kasvukertoimet vuosina 1994 - 2000, 1994 - 2010 ja 1994 - 2020.

Ajanjakso	Kevyt	Raskas	Kaikki
1994 - 2000	1,17	1,12	1,16
1994 - 2010	1,32	1,34	1,31
1994 - 2020	1,40	1,56	1,41

Liikenne alueittain ja tieluokittain

Tasapainoisen alueellisen kehityksen on oletettu jatkuvan melko tasaisesti koko maassa. Ainoastaan Uudenmaan tiepiirissä (länissä) liikenne kasvaa selvästi muita alueita nopeammin. Etelä-Suomessa kasvua on lähes 45 prosenttia ja muualla Suomessa vajaa 40 prosenttia.

Kaupunkiseutujen kasvu, taajamistuminen, työaikojen joustavoituminen ja vapaa-ajan lisääntyminen kasvattavat asutuskeskuksia yhdistävien pääteiden liikennettä. Ennusteen mukaan liikenne lisääntyy pääteillä 50 prosenttia, seututeillä 40 ja yhdysteillä 15 prosenttia.

Tarkastellut skenaariot

Koska asiantuntijoiden käsitykset tulevaisuuden taloudellisesta ja yhteiskunnallisesta kehityksestä poikkeavat suuresti toisistaan, on uudessa ennusteessa tarkasteltu perusennusteen lisäksi kahta muuta skenaariota.

Perusennuste on **Peruslinja -skenaariion** mukainen ennuste. Tässä skenaariossa oletetaan ennen lamaa vallinneiden yhteiskunnallisten olojen pysyvän samantaisina. Henkilöautoliikenteen kehitykseen vaikuttavat tulojen kehitys sekä väestön ja väestön ikärakenteen muutokset.

Kestävä kasvu -skenaariossa valtiovallan asema yhteiskunnan toimintojen hallinnassa säilyy ja vahvistuukin. Hintaojauksella koetetaan pitää ns. markkinavoimien (pankit, vakuutuslaitokset, suuryritykset, etujärjestöt, ulkomaiset sijoittajat jne.) paineita kurissa. YK:n ja muiden kansainvälisten instituutioiden asema vahvistuu. Tässä skenaariossa toteutetaan huomattavia liikenteen lisääntymistä hidastavia toimenpiteitä. Polttoaineen hintaa korotetaan olennaisesti, mikä sinänsä vähentää autonkäyttöä. Liikenteen tarvetta vähennetään myös tiivistämällä yhdyskuntarakennetta ja kehittämällä joukko-liikennettä.

Markkinat ohjaavat -skenaariossa markkinavoimat vaikuttavat erityisen keskeisesti kansantalouden ja yhteiskunnan kehitykseen. Valtiovallan rooli talousvaikuttajana vastaavasti pienenee. Kansainvälisten instituutioiden asema heikkenee, ja maailman talouden moottoreina toimivat ylikansalliset yritykset. Palveluja yksityistetään, tuloerot kasvavat. Yhdyskuntarakenne hajaantuu edelleen. Joukkoliikenteen asema huononee ja sen tukia karsitaan. Henkilöauton tarve liikkumisvälineenä korostuu. Koska tuloerot kasvavat, henkilöautokanta ei juurikaan kasva, vaan liikenteen kasvu johtuu pääasiallisesti autonkäytön lisääntymisestä.

Eri skenaariot vaikuttavat varsinkin henkilöautoliikenteen kehitykseen, joka vaihtelee huomattavasti eri skenaarioissa. *Taulukossa 2* on esitetty henkilöautotiheyden ja -kannan, ajosuoritteiden sekä henkilöautoliikenteen kehitys eri skenaarioissa.

Taulukko 2: Henkilöautotiheys, henkilöautokanta, henkilöauton ajosuorite ja henkilöautoliikenne eri skenaarioissa vuonna 2020.

Skenaario	Peruslinja	Kestävä kas- vu	Markkinat ohjaavat
Ha/1000 as.	510	480	420 - 480
Ha-kanta, 1000 kpl	2 665	2 500	2 200 - 2 500
Ha-ajosuorite, km/v	18 000	15 000	24 000
Ha-liik. suor, milj. autokm	48 000	40 000	53 00 - 60 000
Ha-liikenteen kasvu, %	35	10	50 - 70

Muutaman viime vuoden aikana on siirrytty ja ollaan edelleen siirtymässä peruslinja -skenaariosta markkinat ohjaavat -skenaarioon (joskin merkkejä on nähtävissä myös kestävä kasvu -skenaariosta). Liikenteen kehitykselle markkinat ohjaavat -skenaario on ongelmallinen. Yhdyskuntarakenteen edelleen hajoaminen ja joukkoliikenteen aseman heikkeneminen korostavat henkilöauton asemaa. Toisaalta tuloerojen kasvu ja pienipalkkaisten suuri osuus vähentävät autokannan kasvua, etenkin kun ympäristöverot kasvanevat myös tässä skenaariossa. Autoa käyttävät ne, joilla siihen on varaa ja autokohtainen ajosuorite kasvaa huomattavasti.

Kokkarinen, Veijo - Halla, Nils: **Liikenne- ja autokantaennuste 1995 - 2020**. Helsinki 1995. Tielaitos, keskushallinto. Tielaitoksen selvityksiä 50/1995, 164 s.+ liitetaul.ISSN 0788-3722.ISBN 951-726-111-X.TIEL 3200327.

5.2 Auton polttoaineen kulutuksen joustot eri väestöryhmissä

Tutkimuksessa selvitettiin, miten suomalaisia kotitaloustason aineistoja voitaisiin käyttää kotitalouksien bensiinin kysynnän empiiriseen tutkimukseen. Keskeisenä tavoitteena tällaisissa tutkimuksissa on kotitalouksien erojen huomioon ottaminen. Tavoitteena oli kartoittaa soveltuvia empiirisen taloustieteen ja ekonometrian menetelmiä selvittää, mitä kotimaisia tilastoaineistoja tutkimukseen voitaisiin käyttää. Raportti jakautui teoreettiseen ja empiiriseen osaan.

Teoreettisessa osassa esiteltiin lyhyesti, mitä teoreettisia malleja ja tilastollisia menetelmiä on sovellettu kotitalouksien bensiinin kysynnän tutkimukseen kotitaloustason aineistoilla. Näillä aineistoilla bensiinin kysyntätutkimusta on tehty varsin vähän. Tarkemman tarkastelun kohteeksi valittiin kaksi tutkimusta. Toinen oli tehty kotitaloustiedustelun tyyppisellä aineistolla ja teoreettisena lähtökohtana oli kotitalouden tuotantoteoria. Toinen edusti ns. kuljetusmuodon valinnan tutkimusperinnettä ja aineisto oli kerätty erityisesti tutkimuksen tarpeisiin. Lisäksi sivuttiin lyhyesti eräitä menojärjestelmien estimointiin perustuvia tutkimuksia, jotka eivät suoraan liity bensiinin kysyntätutkimukseen.

Empiirisessä osassa täydennettiin vuoden 1990 kotitaloustiedustelun aineisto bensiinin hintatiedoilla ja estimointiin eräitä kysyntäyhtälöitä. Saadun mallin estimointitulokset sopivat hyvin yhteen aikaisemman aikasarjatutkimuksen tulosten kanssa. Aineisto oli siis kelvollinen kysyntäyhtälöiden estimointiin.

Raportissa esitettiin, että tutkimusta vuoden 1990 kotitalousaineistolla jatkettaisiin. Sopivaksi teoreettiseksi kehikoksi ehdotetaan menojärjestelmien tutkimusperinteeseen nojaava yhden hyödykkeen mallin estimointia, sillä se antaa joustavimmat mahdollisuudet kotitalouksien erojen huomioon ottamiseksi.

Djerf, Kari - Hirvonen, Jussi: **Auton polttoaineenkulutuksen joustot eri väestöryhmissä: esitutkimus.** Helsinki 1993, Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 44/1993, 41 s. TIEL 3200169, ISBN 951-47-7683-6.

5.3 Tietullit ja käyttömaksut

Tienkäyttömaksuja on viime vuosina otettu käyttöön useissa maissa. Maksuja kerätään monin eri perustein. Maksuilla halutaan kustantaa tie- ja muita liikenneinvestointeja, tukea joukkoliikennettä, vähentää ympäristöhaittoja ja ruuhkia ja parantaa yleensä tietyn alueen kehitysedellytyksiä.

Tässä raportissa on tarkasteltu ihmisten asennoitumista tietulleja ja muita tienkäyttömaksuja kohtaan. Haastattelut tutkimusta varten tehtiin helmi-maaliskuun vaihteessa 1993, eli ennen kuin pääkaupunkiseudun tietullisuunnitelmat olivat tulleet julkisuuteen. Tutkimusaineiston keräsi ja käsitteli Tilastokeskus Tielaitoksen tutkimuskeskuksen toimeksiannosta.

Tutkimuksen tulosten mukaan viidesosa vastaajista ei hyväksy erillisiä tienkäyttömaksuja missään oloissa, noin 40 prosenttia hyväksyy ne tilapäisratkaisuna tai taloudellisen laman oloissa käytettäväksi. Toisaalta 27 prosenttia vastaajista kaipasi käyttäjärahoitusta tienpitoon enemmänkin. Nykyisen laman oloissa siis noin 70 % vastaajista hyväksyy erilliset tienkäyttömaksut.

Mikäli tiemaksuja kerätään, erityisiltä tiekohteilta perittävä tietulli sai enemmän kannatusta kuin yleinen autonkäyttömaksu. Tietulleja kannatti yli 40 prosenttia vastaajista ja käyttömaksua vajaa 30 prosenttia. Polttoaineen hinnassa kerättävä lisämaksu sai alle 20 prosentin kannatuksen. Kantaansa ei ilmaissut 10 % vastaajista.

Auton käyttömaksun suuruudeksi ehdotettiin yleisimmin 200 - 500 markkaa vuodessa ja tietullin suuruudeksi 10 - 29 markkaa päivässä (5 - 9 mk:n vaihtoehto sai lähes saman verran kannatusta). Ensisijaisena tietullien keräyskohteena piti lähes puolet (46 %) vastaajista moottoriteiden käyttöä. Erityiskohteet, kuten sillat ja tunnelit, saivat myös enemmän kannatusta (21 %) kuin suurten kaupunkien sisääntulotiet (19 %).

Yli 40 prosenttia vastaajista halusi tietullit tasasuuruusina ympäri vuorokauden. Ruuhka-aikojen mukaan porrastettuja maksuja halusi yksi neljäsosa samoin kuin vain ruuhka-aikoina kerättäviä maksuja. Puolet vastaajista katsoi, että tietulleilla voidaan tasata liikenteen ruuhkahuippuja, mutta 80 prosenttia epäili tullien vaikuttavan liikenteen käyttämiin reitteihin, eli tulleja pyritään välttämään käyttämällä muita mahdollisia kohteeseen johtavia teitä.

Puolet kantansa ilmaisseista vastaajista katsoi, että erilliset tiemaksut pitäisi käyttää tiekohteisiin. Tiemaksujen käyttö ympäristöhaittojen poistamiseen sai hiukan enemmän kannatusta kuin niiden käyttäminen joukkoliikenteen kehittämiseen. Sen sijaan tiemaksujen käyttö valtion ja kuntien budjettien täydentämiseen yleensä ei saanut juuri ollenkaan kannatusta.

Kolmasosa vastaajista kannatti tiemaksujen käyttöä kuuden Helsingistä eri suuntiin lähtevien moottoritiehankkeiden rakentamiseen ja toinen kolmasosa vastusti ajatusta. Viimeinen kolmasosa ei ilmaissut kantaansa. Pasilanväylä sai hiukan vähemmän kannatusta kuin muut kohteet.

Autollisiin ja autottomiin kotitalouksiin kuuluvien vastaajien välillä oli yllättävän vähän eroja asennoitumisessa tiemaksuihin. Autoilijoiden keskuudessa oli enemmän sellaisia vastaajia, jotka eivät hyväksyneet tiemaksuja missään oloissa, mutta myös joukkoliikenteen käyttäjät katsoivat, että tiemaksuilla kerätyt varat pitäisi käyttää ensisijaisesti tieolojen kehittämiseen.

Kokkarinen, Veijo: **Tietullit ja käyttömaksut. Asennoituminen tie- ja automaksuihin.** Helsinki: Tielaitos, Tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvitäyksiä 48/1993, 22 s. + liitt. ISSN 0788-3722, ISBN 9S147-7690-9, TIEL 3200173.

5.4 Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990

Henkilöautoliikenteen lisääntyminen on viime vuosiin asti perustunut pitkälti autojen lukumäärän kasvuun. Autonkäyttöön ja sen muutoksiin on kiinnitetty vähemmän huomiota. Tässä raportissa on tarkasteltu kotitalouksien henkilöauton omistuksen lisäksi erityisesti käyttöä. Ajosuoritteita on selvitetty kotitaloutta kohden, ei siis autoa kohden. Tutkimusaineistona on käytetty Tilastokeskuksen kotitaloustiedusteluja vuosilta 1985 ja 1990. Kotitaloustiedustelun piiriin kuuluvat vain kotitalouksien omistuksessa olevat autot, eivät työsuhdeautot.

Kotitalouksien autonomistusta ja käyttöä on tarkasteltu väestön demografisten ominaisuuksien suhteen kuten ikärakenne ja tulotaso, perhetyyppi ja sosioekonominen asema. Lisäksi omistusta ja ajosuoritteita on selvitetty kotitalouksien fyysisen ympäristön suhteen kuten alueittain, kuntamuodottain ja asuin-
talotypeittäin.

Kotitalouksien auton omistus

Vuonna 1990 oli 64 prosentilla kotitalouksista oma henkilöauto. Puolella kotitalouksista oli yksi auto ja 14 prosentilla 2 tai useampia. Kun kotitaloudet ryhmitellään päämiehen iän perusteella, autotiheys kasvaa ikäryhmään 45 - 54 vuotiaat asti. Tässä ikäryhmässä 80 kotitaloudella 100:sta oli auto. Kahdessa ylimmässä tuloviidenneksessä auto oli 90 prosentilla, lapsiperheissä 92 prosentilla. Kahden tai useamman auton omistus on keskittynyt ylimpään tulo-ryhmään (34 %), lapsiperheisiin (23 %) ja kotitalouksiin, joiden päämies on melko nuori.

Laskettaessa autotiheys 100 kotitaloutta kohden, keskimääräinen autotiheys oli 81 autoa. Tällöin ylimmän tuloviidenneksen kotitalouksissa oli 131 omaa autoa, lapsiperheissä 116 autoa 100 kotitaloutta kohti, ja alimmassa tuloviidenneksessä autotiheys oli 21 autoa.

Auton omistus lisääntyy pohjoiseen päin mentäessä. Etelä-Suomessa oli 77 autoa 100 kotitaloutta kohden vuonna 1990, Väli- ja Pohjois-Suomessa vastaavat luvut olivat 88 ja 89 autoa. Maaseudulla autoja on selvästi enemmän kuin kaupungeissa. Kaupunkien autotiheys oli 71 autoa, taajaan asuttujen kuntien 95 autoa ja maaseutumaisien kuntien 97 autoa 100 kotitaloutta kohden.

Asuintalotyypillä on huomattavaa merkitystä autotiheyteen. Omakotitalossa asuvilla oli 110, rivitalossa asuvilla 80 ja kerrostaloissa asuvilla 50 autoa 100 kotitaloutta kohden.

Kotitalouksien autonkäyttö

Kotitalouksien keskimääräinen henkilöautosuorite oli 14 000 km vuodessa kotitaloutta kohden vuonna 1990 (autoa kohden laskettu suorite oli noin 19 000 km/v). Kasvua vuodesta 1985 oli 25 prosenttia. Autonkäyttö pysyy suunnilleen samansuuruisena ikäryhmään 45 - 54-vuotiaat asti, jolloin suoritetta kertyy noin 18 000 km vuodessa, mutta tätä vanhemmissa ikäryhmissä autonkäyttö vähenee jyrkästi. Ylimpään tuloviidennekseen kuuluvissa kotitalouksissa ajetaan 8 kertaa enemmän kuin alimpaan tuloryhmään kuuluvissa, lapsiperheissä 5 kertaa enemmän kuin 1 hengen kotitalouksissa.

Taajaan asutuissa ja maaseutumaisissa kunnissa autolla ajetaan vuosittain lähes 50 prosenttia enemmän kuin kaupunkikunnissa. Kaupunkikunnissa kotitalouksien keskimääräinen suorite oli 11 750 km ja taajaan asutuissa ja maaseutumaisissa kunnissa 17 300 km vuodessa. Etelä-Suomessa keskimääräinen suorite oli 13 000 km, Väli-Suomessa 15 000 ja Pohjois-Suomessa 17 000 km vuodessa.

Omakotitaloissa asuvien kotitalouksien autonkäyttö oli yli kaksinkertainen kerrostalokotitalouksiin verrattuna. Keskimääräinen suorite omakotitaloissa oli 19 300 km ja kerrostaloissa 8 700 km vuodessa kotitaloutta kohden. Rivitaloissa asuvien suorite oli lähellä keskiarvoa, 14 600 km vuodessa.

Ammattiryhmistä maanviljelijäkotitaloudet ajavat eniten, noin 23 000 km vuodessa, seuraavaksi muut yrittäjät 21 000 km vuodessa. Sosiaali- ja terveysalan ammattiteissa suoritetta kertyi alle keskiarvon, 13 500 km vuodessa.

Mikäli tutkimuksessa olisivat olleet mukana kotitalouksien omistuksessa olevien autojen lisäksi työsuhdeautot, tulokset olisivat jonkin verran erilaiset. Autotiheys ja ajosuorite kasvaisivat sellaisissa kotitalouksissa, joissa ne ovat suurimpia jo omistuksessa olevien autojen perusteella, eli suurituloisissa kotitalouksissa ja lapsiperheissä.

Johtopäätelmiä

Väestön ikärakenteen ja muiden demografisten ominaisuuksien muutoksilla on huomattavaa vaikutusta tulevaisuuden liikenteen muodostumiseen ja määrään. Samoin kotitalouksien fyysisellä ympäristöllä, lähinnä alue- ja yhdyskuntarakenteella ja rakenteiden muutoksilla on merkityksensä autonkäyttötarpeen syntymiseen.

Nuorten henkilöiden autonomistus ja -käyttö ovat nopeasti lisääntymässä. Ajosuorite ja kahden tai useampiautoisten kotitalouksien määrät kaksinkertaistuivat vuosina 1985 - 1990.

Nuorten autonkäytön lisääntyminen lisäänee liikennettä tulevaisuudessa, koska autonkäyttötottumukset säilynevät myös vanhemmalla iällä. Toisaalta vanhojen ikäryhmien osuus väestöstä kasvaa, mikä pienentäne liikenteen kasvua. Tosin nykyään vanhojen ikäryhmien autonkäytöstä ei ole kovin hyvää tietoa, koska auto ei ole vielä yleinen vanhoissa ikäryhmissä.

Autotiheyden kyllästymistaso ei ole missään kotitalousryhmässä aivan lähellä, koska henkilöä kohden laskettu autotiheys on edelleen melko alhainen myös ylemmissä tuloryhmissä (60 autoa/100 kotitaloutta). Pisimmälle autoistuneissa maissa henkilöauto onkin muuttunut tai muuttumassa perhekohtaisesta hyödykkeestä henkilökohtaiseksi liikkumisvälineeksi.

Suomen aluerakenne pysynee jatkossa lähes ennallaan mm. EU:n alue- ym. tukien vaikutuksesta. Tästä syystä harvan asutuksen takia autonkäyttö pysyy yleensä runsaana. Pientaloasumisen arvioidaan lisääntyvän tulevaisuudessa, mikä lisää autonkäyttöä, koska yhdyskuntarakenne hajaantunee edelleen ja joukkoliikenteen järjestäminen vaikeutuu.

Kokkarinen, Veijo: **Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990**. Helsinki 1994, Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 13/1994, 73 s. + liitt. ISSN 0788-3722, ISBN 95147-9086-3, TIEL 3200224.

5.5 Kunnittainen liikenne-ennuste 1995 - 2020

Ennusteen lähtökohdat

Kunnittaisen liikenne-ennusteen lähtökohtina ovat vuoden 1994 kunnittaiset liikennemäärät tieluokittain, vuonna 1995 valmistunut valtakunnallinen liikenne-ennuste sekä Tilastokeskuksen vuonna 1995 valmistunut kunnittainen väestöennuste.

Kuntakohtaiset liikennemäärät vuodelle 1994 ovat peräisin Tielaitoksen tutkimuskeskuksen pitämästä tierekisteristä. Liikennesuorite (autokm) on tulostettu tieluokittain toiminnallisen tieluokituksen mukaan. Liikennemääräluvut sisältävät kaikki autolajit.

Kunnittainen liikenne-ennuste on sovitettu valtakunnalliseen ennusteeseen. Myös tiepiireittaiset ja tieluokittaiset ennusteet vastaavat valtakunnallista ennustetta.

Valtakunnallinen ennuste perustuu 3,5 prosentin vuotuisen bruttokansantuotteen kasvuun vuosina 1995 - 1999, 3 prosentin kasvuun vuosina 2000 - 2005 sekä 2 prosentin kasvuun vuosina 2006 - 2020. Kotitalouksien tulot lisääntyvät saman verran, mutta kotitaloutta kohden kasvu on 0,5 prosenttia pienempi kuin BKT:n kasvu, koska kotitalouksien määrä lisääntyy puoli prosenttia nopeammin kuin väestö.

Koko maan väkiluku kasvaa ennustejaksolla vain 2 prosenttia, mutta eri kuntien välillä väestön kasvussa on suuria eroja. Kotitalouksien määrän arvioidaan lisääntyvän 14 prosentilla vuosina 1994 - 2020.

Valtakunnallinen henkilöautoliikenne-ennuste perustuu kotitalouksien autotiheyksien ja ajosuoritteiden kehityksen tarkasteluun. Tulojen kasvaessa kotitalouksien autotiheyksien ja ajosuoritteiden oletettiin lisääntyvän ylempiin tuloluokkiin kuuluvien kotitalouksien autotiheyksien ja ajosuoritteiden mukaisesti. Kuorma- ja pakettiautoennusteet seurailevat melko tarkasti tuotannon kasvuennusteita.

Tilastokeskuksen väestöennusteen lähtökohtana ovat havainnot viime vuosien väestökehityksestä. Ennustemalli on ns. demografinen komponenttimalli, jossa syntyvyyden ja kuolleisuuden sekä muuttoliikkeen vaikutus väestön tulevaan määrään on otettu huomioon. Sen sijaan esimerkiksi taloudellisten, sosiaalipoliittisten ja aluepoliittisten tekijöiden vaikutusta ei ole yritetty ennustemallissa arvioida.

Ennustemenettely

Kunnittaiset ennusteet on laadittu siten, että ne summautuvat tieluokka-, tiepiiri- ja koko maan tasolla yhteneviksi valtakunnallisen ennusteen kanssa.

Kuntien liikenne-ennusteiden lähtökohtana ovat vuoden 1994 tieluokittaiset liikennemäärät. Ennustettaessa nämä liikennemäärät kerrotaan sen tiepiiriin, johon kyseinen kunta kuuluu, tieluokittaisilla liikenteen kasvukertoimilla sekä kyseessä olevan kunnan väestönmuutoskertoimella. Lisäksi saatu tulo jaetaan koko tiepiiriin väestönmuutoskertoimella, koska tiepiiriin väestönmuutos on otettu huomioon jo valtakunnallista ennustetta tehtäessä.

Kunnan tieluokan liikennemäärä vuonna 2020 on:

kunnan tieluokan liikennemäärä vuonna 1994 * tiepiiriin tieluokan liikenteen kasvukerroin 1994 - 2020 * kunnan väestönmuutoskerroin 2020/1994 / piiriin väestönmuutoskerroin 2020/1994

Kunnan koko liikenne-ennuste saadaan summaamalla tieluokittaiset ennusteet. Käytetyn laskentamenettelyn mukaan kunnan ennustettu liikenne määräytyy valtakunnallisen ja tiepiireittäisen ennusteen mukaan. Kunnittainen vaihtelu ennustenumeroissa ja kasvukertoimissa perustuu kunnan väestöennusteeseen.

Ennusteen tulokset

Ennusteena esitetään kunnan tieluokittaiset liikennemäärät vuosille 2000, 2010 ja 2020, sekä vastaavat liikenteen kasvukertoimet ajanjaksoille 1994 - 2000, 1994 - 2010 ja 1994 - 2020. Kunnat on summattu tiepiireittäin, jolloin tiepiireittaiset ennusteet vastaavat valtakunnallista ennustetta.

Ennusteen mukaan koko maan liikenne lisääntyy vuosina 1995 - 2020 keskimäärin 41 prosenttia. Liikenteen kehitys on melko tasaista eri tiepiireissä. Uudenmaan piirissä keskimääräinen liikenteen lisääntyminen on kuitenkin jonkin verran muita piirejä nopeampaa, eli ennustejaksolla noin 50 prosenttia. Eri tiepiirien tieluokittaiset liikenteen kasvukertoimet on esitetty kuntataulukoiden jälkeen (s. 109 - 111). Tiepiirien sisällä eri kuntien liikenteen kasvunennusteissa on huomattavia eroja. Tähän vaikuttaa kunnan ennustettu väestökehitys.

Taulukoissa on esitetty tiepiireittäin kuntien liikennesuorite autokilometreinä vuodelta 1994 ja ennusteet vuosille 2000, 2010 ja 2020 ja sitten kuntien liikenteen ennustetut kasvukertoimet vuosille 1994 - 2000, 1994 - 2010 ja 1994 - 2020. Vuoden 1994 liikennemäärätaulukoon on lisätty kunnittaiset henkilöautotiheysluvut vuodelta 1994.

Ennusteen käyttö

Lasketut ennusteluvut ovat kunnan keskimääräisiä liikenteen kasvulukuja. Niissä ei ole voitu ottaa huomioon esimerkiksi kunnan sisäisen maankäytön muutoksia, joilla voi olla paljonkin vaikutusta liikenteen sijoittumiseen kunnan eri alueille ja tieluokille.

Laadittu ennuste antaa yleiskuvan kunnan liikenteen tulevasta kehityksestä. Tiehanketarkasteluissa ennustetta olisi täydennettävä ottamalla huomioon paikalliset erityisolosuhteet, esimerkiksi tiedossa olevat oleelliset maankäytön muutokset, elinkeinotoiminnan sijoittumissuunnitelmat jne.

Tämän ennusteen puutteena on se, että siinä ei ole eroteltu kunnan sisäistä liikennettä kaukoliikenteestä (koskee etenkin valta- ja kantateitä).

Kunnittainen liikenne-ennuste. Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 74/1995, 111 s. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-145-4, TIEL 3200350.

5.6 Liikenteen vertailutietoja eri maista

Eurooppalaisista suomalaiset liikkuvat eniten. Keskimäärin suomalaisille kertyy 13 300 matkakilometriä vuodessa. Enemmän matkustavat vain amerikkalaiset, 15 700 km vuodessa. Myös tavaraa kuljetetaan asukasta kohden Suomessa selvästi enemmän kuin muissa Euroopan maissa. Suomea enemmän tavaraa kuljetetaan vain USAssa ja Australiassa.

Vuosina 1970 - 1993 henkilöliikenne on kaksinkertaistunut Euroopassa ja Suomessa kasvua on ollut 85 prosenttia. Henkilöautoliikenne on niin Suomessa kuin muissakin Euroopan maissa lisääntynyt noin 110 prosenttia.

Tavaraliikenne on ajanjaksolla lisääntynyt Suomessa ja Euroopassa vajaa 70 prosenttia. Tavaraliikenne maanteilla on Suomessa kaksinkertaistunut, mutta koko Euroopassa se on lisääntynyt 140 prosenttia. Junakuljetukset ovat Suomessa kasvaneet 60 prosenttia, mutta Euroopassa ne ovat vähentyneet. Liikenteen kehitys kokonaisuudessaan on ollut Euroopassa hiukan nopeampaa kuin Suomessa.

Vuosina 1970 - 1993 tieliikenteen osuudet tavana- ja henkilöliikenteessä ovat lisääntyneet selvästi. Vuonna 1993 Euroopan henkilöliikenteestä 93 prosenttia oli tieliikennettä ja tavaraliikenteestä 77 prosenttia. Suomessa vastaavat osuudet olivat 94 ja 65 prosenttia vuonna 1994.

Vuosina 1970 - 1993 henkilöliikenne on lisääntynyt niin Suomessa kuin muissakin maissa kansantuotteen kasvua nopeammin. Henkilöliikenne (kaikki liikennemuodot) on lisääntynyt keskimäärin Euroopassa 3,0 ja Suomessa 2,5 prosenttia vuodessa ja BKT sekä Euroopassa että Suomessa 2,4 prosenttia.

Tavaraliikenne on lisääntynyt keskimäärin Euroopassa hiukan hitaammin kuin BKT. Euroopassa tavaraliikenne on lisääntynyt keskimäärin 2,3 ja Suomessa 2,1 prosenttia. Sen sijaan maanteiden tavaraliikenne on kehittynyt BKT:n kasvua nopeammin niin Euroopassa (3,9 %/v) kuin Suomessakin (2,8 %/v).

Liikenteen nopeaan kasvuun Euroopassa on vaikuttanut lähinnä henkilöautojen määrän kasvu. Henkilöautoliikenne on lisääntynyt selvästi talouskasvua nopeammin. Kehitys on ollut hyvin samankaltaista kaikissa Länsi-Euroopan maissa. Autoistuminen taas näyttää seuraavan hyvinkin kiinteästi maan taloudellista kehittyneisyyttä.

Taloudellisen kehityksen lisäksi henkilö- ja tavaraliikenteen määrään eri maissa vaikuttaa maan asukastiheys. Harvaan asutuissa maissa henkilöt liikkuvat sekä tavaroita kuljetetaan asukasta kohden laskettuna selvästi enemmän kuin tiheään asutuissa maissa. Hajanainen alue- ja yhdyskuntarakenne lisää edelleen liikenteen tarvetta, ja tällöin liikenne perustuu myös enemmän henkilöauton varaan.

Harvaanasutuissa maissa henkilöliikenne perustuu pitkälti tieliikenteeseen, mutta tavaraliikenteessä rautateiden osuus on monissa maissa huomattava. Tiheään asutuissa maissa asia on päinvastoin. Näissä maissa junan asema henkilöliikenteessä korostuu, mutta tavarankuljetuksissa rautateiden osuus taas on pieni.

Pohjoismaat ovat jossain määrin poikkeuksellisia liikennemaita. Pohjoismaissa liikutaan tasapuolisemmin kuin muissa maissa sekä henkilöautolla että joukkoliikennevälineillä. Yhtenä syynä lienee Pohjoismaiden kulttuurinen tausta ja tasa-arvon toteuttaminen pohjoismaisessa hyvinvointivaltiossa. Myös lii-

kennevälineitä on pyritty kehittämään tasapuolisesti kaikille väestäryhmille. Pohjoismaissa liikutaan edelleen paljon linja-autolla, vaikkakin kasvu on ollut muualla Euroopassa selvästi nopeampaa.

Pohjoismaissa on 1990-luvulla ostettu vähän uusia henkilöautoja. Asukasluvuun verrattuna ensirekisteröintejä on ollut vain puolet muuhun Eurooppaan verrattuna. Suomessa ajokorttitiheys on edelleen nopeassa kasvussa. Sen sijaan Ruotsissa ja USAssa nuorten ajokorttitiheys on viimeisen kymmenen vuoden ajan pienentynyt.

Vaikka Suomessa liikutaankin teillä paljon, tieliikenteen osuus energian kokonaiskulutuksesta on teollisuusmaiden pienin. Tämä johtuu osittain siitä, että Suomessa muut sektorit käyttävät paljon energiaa. Myös liikenteen sujuvuus on Suomessa tavallista parempi.

Suomen liikennejärjestelmää voidaan pitää kestäväen kehityksen mukaisena enemmän kuin yleensä Euroopassa. Liikenteen energian kulutus on liikennesuoritteeseen verrattuna vähäistä. Meillä käytetään joukkoliikennettä enemmän kuin Euroopassa yleensä ja tavaraa kuljetetaan paljon rautateitse. Meillä rautaja vesiteiden osuudet tavaraliikenteestä ovat kuluvalle vuosikymmenellä lisääntyneet ja Euroopassa pienentyneet. Euroopassa taas maanteiden tavarankuljetukset ovat lisääntyneet nopeasti.

Kokkarinen, Veijo: **Liikenteen vertailutietoja eri maista.** Tielaitos, tutkimuskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 27/1996, 78 s. + liitetaul. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-225-6, TIEL 3200395.

6 TULEVAISUUSTIEDON HANKINTA JA LEVITYS

Tulevaisuutta koskevan tiedon käsittely ei ole ollut varsinaista tutkimusta, vaan eri puolilta joko valmiina tai erityisesti tilattuna hankitun tiedon käyttöä sekä liikenne-ennusteiden tekoon että toimittamista sellaisenaan Tielaitoksen päättäjien käyttöön avuksi tienpidon suunnitteluun. Tiedon jakelun pääkanavana on ollut 'Tulevaisuuden näkymiä' -lehti. Itse julkaisu on ilmestynyt jo vuodesta 1989. Numeroita on vuosittain ollut 4 - 5, ja yhden numeron sivumäärä 35 - 40. Levikki on ollut 300 kappaleen vaiheilla; niistä noin kolmasosa on mennyt Tielaitoksen ulkopuolelle valtioonhallintoon ja tutkimuslaitoksiin ja yksityishenkilöille. Julkaisun kirjoittajakunnassa on vuosien mittaan ollut lukuisa joukko tunnettuja suomalaisia eri alojen asiantuntijoita.

Jäljempänä on listattu tähänastisten **Tulevaisuuden näkymiä**-julkaisujen sisältö vuodesta 1993 lähtien.

Tärkeä vuosittainen tapahtuma on ollut suosittu **Tielaitoksen tulevaisuusseminaari**, joka viime vuosina on kerännyt 70-80 tulevaisuusasioista kiinnostunutta kuulijaa. Seminaareissa on ollut esiintyjinä huomattava osa Suomessa vaikuttavista tulevaisuuden tutkijoista.

Tulevaisuuden näkymiä 1/1993

Tulevaisuuskeskustelu *Reino Lampisen* kanssa liikenneministeriössä
22.1.1993

Veijo Kokkarinen Ruotsin uusi liikenne-ennuste 1990 - 2020
Veijo Kokkarinen Tieliikenteen kehitysnäkymät 1994 - 1997

Tulevaisuuden näkymiä 2/1993

Veikko Salovaara Tielaitoksen suunnittelutoiminnan tulevaisuuden haasteet
Veijo Kokkarinen Norjan liikenne-ennuste 1994 - 1997 (1990 - 2025)
Veikko Salovaara Maailman tila 1993 -raportti
Nils Halla Polkupyöristä

Tulevaisuuden näkymiä 3/1993

Nils Halla Skenaarioita tulevaisuuden suunnitteluun
Veikko Salovaara Itämeren alueen kehitys: tulevaisuuden tutkimuksen seuran Baltic Rim -kokous Turussa 25.8.1993
Veijo Kokkarinen Käyttömaksut ja tietullit

Tulevaisuuden näkymiä 4/1993

Veikko Salovaara Suomen tulevaisuus - valtioneuvoston selonteko eduskunnalle
Pekka Sutela Miten käy Venäjällä ja Baltiassa?
Risto Kärkkäinen Alue- ja yhdyskuntarakenteen visioita
Antti Romppanen Talousnäkymät ja talouspolitiikka pitkällä aikavälillä
Osmo Soininvaara Liikenne ja ympäristö
Vuokko Jarva Minkälaista yhteiskuntaa tienpidolla rakennetaan?

Tulevaisuuden näkymiä 5/1993

<i>Lassi Hilska</i>	Liikenteen kehittyminen
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Globaaleista muutostekijöistä
<i>Pekka Rytälä</i>	Visioita liikenteestä

Tulevaisuuden näkymiä 1/1994

<i>Nils Halla</i>	Ruotsin kansallinen tienpitosuunnitelma 1994 - 2003
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Tieliikenteen kehitysnäkömät
<i>Veikko Salovaara</i>	Maailman tila 1994
<i>Nils Halla</i>	Kirjoja

Tulevaisuuden näkymiä 2/1994

<i>Martti Kerosuo</i>	Rautatieliikenteen kasvunäkymät pitkällä aikavälillä
<i>Klaus Halla</i>	Sosiaaliturvan lähivuosisikymmenet
<i>Veikko Salovaara</i>	Suomen henkinen tila ja tulevaisuus
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990
<i>Nils Halla</i>	Kirjoja

Tulevaisuuden näkymiä 3/1994

<i>Nils Halla</i>	Kestävä kehitys liikenteessä
<i>Veikko Salovaara</i>	Kestävä kehitys - eettinen haaste, neljä näkökulmaa
<i>Nils Halla</i>	Superautot
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Maailman energiatilanne
<i>Nils Halla</i>	Internet

Tulevaisuuden näkymiä 4/1994

<i>Torsti Kivistö</i>	Yhteenveto kehityksen megatrendeistä
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Maailman talousnäkömät 1
<i>Nils Halla</i>	Lyhyesti

Tulevaisuuden näkymiä 5/1994

Tielaitoksen tulevaisuusseminaarin (17.11.1994) teemanumero

<i>Timo Sneck</i>	Globaalit muutokset ja Suomen sopeutumisedellytykset
<i>Paavo Löppönen</i>	Suomi-skenaariot
<i>Eero Holopainen</i>	Ilmastoskenaariot
<i>Timo Sneck</i>	Kestävän talouskehityksen mukaisen investointiopin rakenteet
<i>Matti Parpola</i>	Autoteknologian kehitys
<i>Markku Lammi</i>	Suomen tuleva teollinen rakenne
<i>Antti Romppanen</i>	Talouden näkymiä
<i>Ismo Söderling</i>	Suomen väestöllinen tulevaisuus
<i>Saara Pekkarinen</i>	Joukkoliikenteen tulevaisuus

Tulevaisuuden näkymiä 1/1995

<i>Veikko Salovaara</i>	Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan mietintö
<i>Veijo Kokkarinen</i>	Uusi liikenne-ennuste tulossa
<i>Nils Halla</i>	Vuoden 2025 maailma

Tulevaisuuden näkymiä 2/1995

Pertti Honkanen Suomalaisen hyvinvointivaltion tulevaisuus
An Afternoon with Jeremy Rifkin

Tulevaisuuden näkymiä 3/1995

Pekka Lahti Liikenne ja yhdyskuntarakenne -
tehostamis- ja tiivistämismahdollisuudet

Mikko Heikkilä Kaupunkikeskustojen saneeraus ja liikennejärjestelmän
harmonisointi

Katju Holkeri Julkisen hallinnon kehityspiirteistä vuosituhannen
vaihteessa

Nils Halla Lyhyesti

Tulevaisuuden näkymiä 4/1995

Veijo Kokkarinen Pitkän ajan liikenne-ennusteita eri maissa

Veikko Salovaara Jeremy Rifkin: Työn loppu?

Tulevaisuuden näkymiä 5/1995

Raimo Tapio Tulevaisuusseminaarin 1995 avaus

Mika Mannermaa Tulevaisuuden vaihtoehtoja

Veijo Kokkarinen Taittuuko autoistumiskehitys Suomessa?

Martti Kerosuo Liikennejärjestelmä tulevaisuudessa: rautatiet

Tulevaisuuden näkymiä 1/1996

Ismo Ulvila Baltian maiden EU-jäsenyys - harhaa vai tulevaisuutta?

Veijo Kokkarinen Pienikokoiset autot - ratkaisu energia- ja saasteongelmiin?

Nils Halla Lyhyesti (mm. Suomi-skenaariot, teknologiatulevaisuus, taloustren-
dit)

Tulevaisuuden näkymiä 2/1996

Seppo Vepsäläinen Tulevaisuuden kaupunkiliikenne

Sisko Kangas Joukkoliikenteen asema

Veikko Salovaara Robert B. Reich: Rajaton maailma (referaatin alkuosa)

Nils Halla Lyhyesti (mm. EU:n Green Paper 'Towards fair and efficient pricing
in transport')

Tulevaisuuden näkymiä 3/1996

Veijo Kokkarinen Liikenne- ja autokantaennuste 1995 - 2020, 1. tarkistus

Veikko Salovaara Robert B. Reich: Rajaton maailma (referaatin loppuosa)

Nils Halla Shell-skenaariot

Lisäksi kaikissa numeroissa on ollut valikoima tulevaisuustarkastelun kannalta
kiinnostavia ESMERK- uutistiivistelmiä (5 - 10 sivua).

7 LIITE

Vuosina 1993 - 96 valmistuneet Liikenteen kysyntä-projektin raportit

Vuosi 1993

Venäjän tavaravirtojen muutokset Itämeren alueella Suomen kannalta. LM ja VR. LM julkaisusarja 8/94. VTT ja Matrex Oy 1993. 37 s.

Logistiikan parantaminen Suomessa. Liikenneministeriö. LM:n julkaisusarja 3/94. Kymmenen Logistics Oy 1993. 125 s

Valtakunnallisen tavaravirtatutkimuksen suunnittelu. Liikenneministeriö. LM:n julkaisusarja 13/94. VTT 1993. 60 s.

Auton polttoaineen kulutuksen joustot eri väestöryhmissä (esiselvitys). Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 44/1993. Kari Djerf ja Jussi Hirvonen 1993. 41 s.

Tietullit ja tiemaksut. Tielaitos ja liikenneministeriö. Tielaitoksen selvityksiä 48/1993. Tielaitos, Tutkimuskeskus 1993. 38 s.

Henkilöliikennetutkimus 1992. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 58/1993. Suunnittelukeskus 1993. 108 s.

Suomen liikenteellinen asema uudessa Euroopassa 2020 - 2030. Liikenneministeriö. Liikenneministeriön julkaisuja 51/93. Veli Himanen ja Wladimir Segercrantz. VTT 1993. 24 s.

Helsinki-Vantaa liityntäliikennetutkimus. Ilmailulaitos Oy. Viisikko-Femman Ab 1993. 40 s.

Vuosi 1994

Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 13/1994. Tielaitos, Tutkimuskeskus 1994. 90 s.

Liikenne- ja autokantaennuste 1989 - 2020. Ennusteen seuranta 1993 ja tarkistaminen 1994. Tielaitos, Tutkimuskeskus 1994. 30 s. + liitteet.

Venäjän transitoliikenteen kapasiteetti Suomen kautta. Liikenneministeriö. Suunnittelukeskus Oy 1994. 26 s.

Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat, osa I. LM, IHME, useita osapuolia Varsinais-Suomesta. LM:n julkaisusarja 38/94. Viatek Oy 1994. 82 s.

Sijoittelualgoritmien kehittäminen ja generointi-attrahointi. Nopeus-liikennemääräfunktioiden muodostaminen LAM-aineistosta. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 22/1994. LT-Konsultit Oy 1994.

Teollisuus toiminnan sijoittuminen Suomessa, liikenneverkosta logistiikkaan. Liikenneministeriö. Liikenneministeriön julkaisuja 52/94. VTT, Yhdyskuntasuunnittelu 1994. 136 + 28 s.

Helsingin ja Tallinnan välisen liikenteen ennuste. Liikenneministeriö, tielaitos ja merenkulkuhallitus ja Helsingin Satamalaitos. Matkailun koulutus- ja tutkimuskeskus sekä Viatek Syyskuu 1994. 42 + 7 s.

Kokkolan väylän kuljetustaloudellinen selvitys. Merenkulkuhallitus 1994.

Muuta: Luottamuksellinen, ei saatavissa.

Tavaraliikenteen kysynnän selvittäminen. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 61/1994. Viatek Oy Pekka Iikkanen 1994. 25 + 2 s.

Vuosi 1995

Julkisen liikenteen suoritetilasto. LM, Linja-autoliitto, Suomen Paikallisliikenneliitto, Suomen Taksiliitto, VR ja YTV. Tilastokeskus. LM:n julkaisusarja 6/95. 35 s.

Transport Routes between Western Europe and Russia. Liikenneministeriö ja Finnload Group. VTT Communities and Infrastructure Transport Research ja NEA Transport Research and Training; Veli Himanen, Tönis Segercrantz ja Harrie de Lejer 1995. 55 s.

Liikenteen kysyntätietovaraston kehittäminen, Esiselvitys. LM:n mietintöjä ja muistioita B:8/95. LM, Tiel. Suunnittelukeskus Oy, Raimo Kauhanen ja Aulis Palola 1995. 69 s.

Liikenne-ennustemallin alueellinen siirrettävyys, Kirjallisuusselvitys. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 2/1995. TTK Liikennelaboratorio, Nina Karasmaa ja Matti Pursula 1995. 100 s.

Suomen ulkomaankaupan volyyymi- ja reitinvalintamallit. LM ja Tiel. LM:n julkaisuja 1/95. Viatek Oy; Pekka Iikkanen, Heikki Kanner, Catharine Sikow ja Ari Sirkiä 1995. 58 s.

Suomen ja ulkomaiden välisen meriliikenteen kehitysnäkymät vuoteen 2005. LM ja satamaliitto. LM:n julkaisuja 13/95. LT-konsultit ja Kari Hietala Oy; Hannu Lehto ja Kari Hietala 1995. 58 s. + liitteet.

Kaakkois-Suomen rajanylityspaikkojen tavaraliikennetutkimus. Kaakkois-Suomen tiepiiri. Tielaitoksen selvityksiä 26/1995. LT-konsultit Pekka Leviäkangas ja Hannu Pesonen 1995. 31 s.

Oulun seudun liikennetutkimus ja liikennemallin tarkistaminen 1994. Tiel, Oulun tiep, Pohjois-Pohjanmaan liitto ja Oulun kaupunki. Oulun kaupungin julkaisuja ISBN951-9234-50-0. Suunnittelukolmio Oy 1995. 37+11 s.

Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat, Suomen ja Luoteis-Venäjän ulkomaankuljetusten ennusteet). LM, Tiel ja useita rahoittajia Varsinais-Suomesta. Liikenneministeriön julkaisuja 24/95. Viatek Yhtiöt Oy 1995. 52+8 s.

Itämeren alueen muuttuvat kuljetusmarkkinat, Varsinais-Suomen asema Itämeren yhteysverkossa. LM, ja useita rahoittajia Varsinais-Suomesta. Liikenneministeriön julkaisuja 23/95. Viatek Yhtiöt Oy ja Aluekehitys RD Oy 1995. 45+19 s.

Liikenne- ja autokantaennuste 1995-2020. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 50/1995. Eripainoksena **Ennuste lyhyesti** 18 sivua. Tielaitos, Tutkimuskeskus, osittain konsultti 1995. 189 s.

Vuosien 1986 ja 1992 henkilöliikennetutkimusten vertailu. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 46/1995. VTT, Yhdyskuntatekniikan yksikkö, Tuuli Järvi-Nykänen ja Veli Himanen 1995. 45+17 s.

Suomen satamien ja kuntien välisen tavaraliikenteen arviointi. Liikenneministeriö ja tielaitos. Liikenneministeriön julkaisuja L 40/95. TTK Liikennelaboratorio, Ari Sirkiä 1995. 151 s.

Idän kuljetusten kehitys ja rautateiden kilpailukyky kuljetuksissa Venäjälle. Valtionrautatiet ja liikenneministeriö. Liikenneministeriön julkaisuja L 42/95. Teknillinen Korkeakoulu, Pertti Ny 1995. 41 s.

Kunnittainen liikenne-ennuste. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 74/1995.

Pääkaupunkiseudun kulkutapamallien siirrettävyys Ouluun. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 40/95. TKK Liikennelaboratorio, Nina Karasmaa 1995. 82 s.

Tieliikenteen tavarankuljetustilastojen 1989, 1991 ja 1993 yhdistelmä, Yhdistelyperiaatteen ja käyttöliittymä. Tielaitos, muistio saatavissa. Tielaitos/tutkimuskeskus). Suunnittelukeskus Oy 1995.

Vuosi 1996

Valtakunnalliset liikennevirtamallit. HELVI-mallit. Liikenneministeriön julkaisu L19/96. Helsinki 1996. 147 s. + liiteosa

Valtakunnallinen tavaravirtatutkimus 1994. Liikenneministeriön julkaisu L21/96. LT-Konsultit 1996. 100 s.

Liikenteen vertailutietoja eri maista. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 27/1996.

Vaarallisten aineiden kuljettaminen kuljetusverkoilla. Nestemäisten polttoaineiden kuljetusmatriisi, työraportti. Tielaitos. Suunnittelukeskus Oy Raimo Kauhainen 1996. 5 + 10 s.

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 47/1996 Kaksikaistaiset kiertoliittymät. TIEL 3200415
- 48/1996 Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajokäyttäytymiseen. TIEL 3200416
- 49/1996 Tienpidon ympäristöhaasteet ja Tielaitoksen toimintalinjat; Tielaitoksen ympäristövuoden juhlaseminaari. TIEL 3200417
- 50/1996 Suomen, Ruotsin ja Norjan liikenneturvallisuuden vertailu. TIEL 3200418
- 51/1996 Auton kaupunki? Maankäytön ja liikenteen selvityksiä. TIEL 3200419
- 52/1996 Elinkeinoelämän tiekuljetukset Suomessa. TIEL 3200420
- 53/1996 Erikoiskovabitumistabilointikokeilut. TIEL 3200421
- 54/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Tiemiljö. TIEL 3200422
- 55/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Liikenteenohjaus. TIEL 3200423
- 56/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Tienvarsipalvelut. TIEL 3200424
- 57/1996 Kiviaineksen raemuodon vaikutus päällystekiviaineksen kulutuskestävyyteen. TIEL 3200425
- 58/1996 En jämförelse av trafiksäkerheten i Finland, Sverige och Norge. TIEL 3200418R
- 59/1996 Kestävä kehitys alueellisessa kehittämistyössä. TIEL 3200426
- 60/1996 Kevyen liikenteen väylien kuntoluokitusjärjestelmä. TIEL 3200427
- 61/1996 Kokemuksia liikennesektorin eurooppalaisista strategioista. TIEL 3200428
- 62/1996 Kuhmon taajamatien parantaminen; Yhteenveto seurannasta. TIEL 3200429
- 63/1996 Tyhjätilan vaikutus asfalttipäällysteen ominaisuuksiin. TIEL 3200430
- 64/1996 Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa. TIEL 3200431
- 65/1996 Tieliikenneolojen kehitys 1945-1995. TIEL 3200432
- 66/1996 Tienpidon toimet tieverkon arvon säilyttäjänä. TIEL 3200433
- 67/1996 Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus. TIEL 3200434
- 68/1996 Tieliikenteen hinnoittelun muutosten vaikutukset. TIEL 3200435
- 69/1996 Telekaapelasennusten vaikutus tierakenteeseen. TIEL 3200436
- 70/1996 Kantavan kerroksen asfalttibetoni; Referenssimateriaalin ominaisuudet. TIEL 3200437
- 71/1996 Ajonopeuksien liikenneturvallisuusvaikutukset: Ajonopeuksien turvallisuusvaikutusten riippuvuus ulkoisista tekijöistä. TIEL 3200438
- 72/1996 Ajonopeuksien liikenneturvallisuusvaikutukset: Ajonopeuden turvallisuusvaikutukset yksilöllisestä näkökulmasta. TIEL 3200439
- 73/1996 Autonkuljettajien informaatiotarpeet. TIEL 3200440