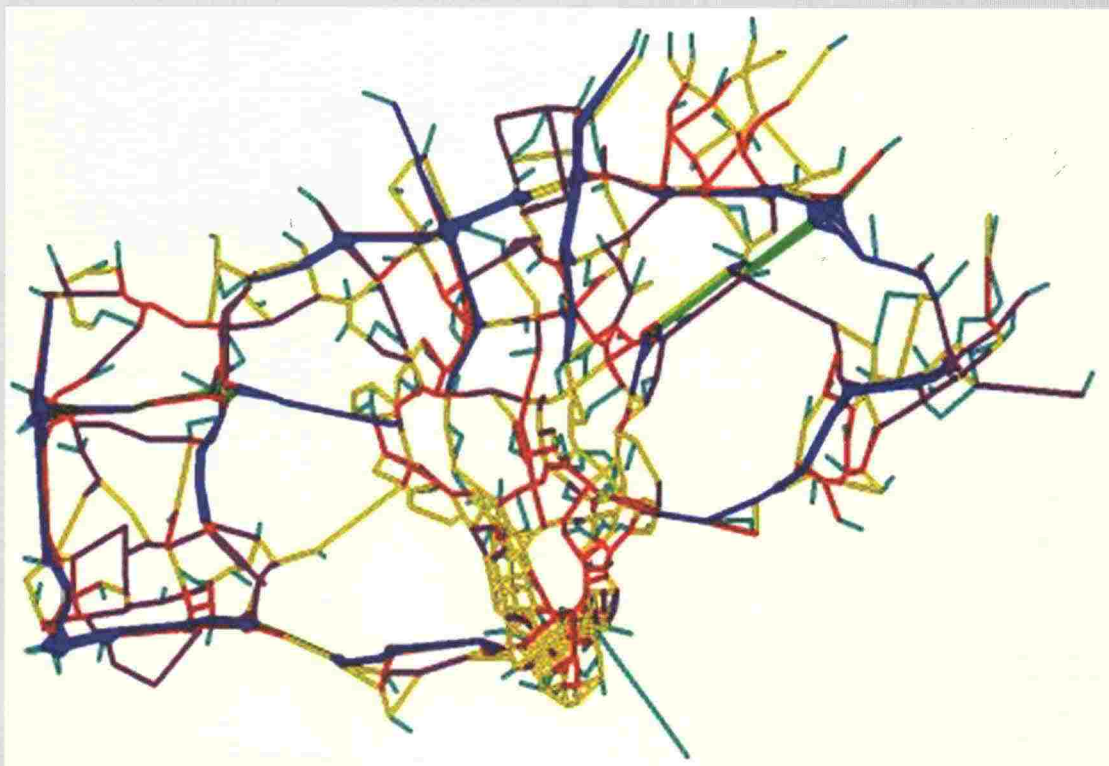


20010315



Tielaitos

Pääkaupunkiseudun päätieverkon toiminnan simulointitarkastelu



Tielaitoksen
Selvitykset
47/1999

Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja

3/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Uudenmaan tiepiiri



VIKING



08 TIEH



TIEHALLINTO

Kirjasto

Tielaitoksen selvityksiä
3/2000

Pääkaupunkiseudun päätieverkon toiminnan simulointitarkastelu



TIEHALLINTO

Kirjasto

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-598-0
TIEL 3200592

Oy Edita Ab
Helsinki 1998

Julkaisua saatavana:
Tielaitos, tiestötiedot

Joutsenmerkin arvoinen paperi



TIELAITOS

TIESTÖTIEDOT

Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihe 0204 44 150

Asiasanat: simulointi, tieverkko, toimivuus, pääkaupunkiseutu

Aiheluokat:

TIIVISTELMÄ

Tehdyn tarkastelun tavoitteena on ollut selvittää liikenteen simulointityökalun soveltuvuutta liikennekeskuksen työkaluksi. Työssä on arvioitu INTEGRATION-ohjelmiston soveltuvuutta pääkaupunkiseudun liikennetilanteiden mikroskooppiseen simulointiin. Toisaalta yleisesti on haluttu tarkastella mikrosimuloinnin käyttökelpoisuutta erilaisten liikennetilanteiden ennalta arvioimiseen sekä tulevaisuuden skenaarioiden toiminnalliseen hahmottamiseen. Myös olemassa olevan liikenteen seurantapisteen keräämiä tietoja on käytetty simuloitujen liikennemäärien kalibroimiseen.

Tarkastelussa on rajattu tieverkko niin, että mukana ovat pääkaupunkiseudun pääväylät Kehä I:n tasalle. Verkkoon lisättiin myös syksyllä 2000 avattava Kehä II:n osuus Matinkylästä Turuntielle. Myös Helsingin keskustan pääkadun sisältyvät mallinnettuun verkkoon. On ymmärrettävää, että etenkin mikroskooppisen simulointimallin kalibrointi vastaamaan verkon todellista liikennetilannetta on melko haastava tehtävä. Lähtöaineistona on käytetty YTV:n EMME mallin kysyntämatriisia (O-D). Käytetty simulointiohjelmistossa mahdollistaa mm. liikennevalo-ohjauksen sisällyttämisen toiminnallisena tekijänä malliin. Tämä puolestaan parantaa mallin mahdollisuuksia todellisuutta vastaavan liikennetilanteen synnyttämiseen. Simulointimallin sijoittelut vastaavat melko hyvin EMME-mallin liikennemääriä. Vertailutarkasteluun valittiin joukko toiminnallisesti keskeisiä linkkejä molemmista malleista ja sijoitteluerot olivat alle 10 % luokkaa. Tulosta voidaan pitää tyydyttävänä.

Simulointitarkastelu tehtiin neljälle liikennetilanteelle: nykyverkko vuoden 1994 aamuhuippuuntiliikenteellä (AHT), nykyverkko vuoden 2000 AHT, Kehä II:lla laajennettu verkko vuoden 2000 AHT sekä sama verkko vuoden 2010 AHT. Simulointien analysointia varten tallennettiin liikennetilanteen kehitys viiden minuutin jaksoissa. Linkeittäin kerättiin sekä liikennemäärä että nopeustasotiedot.

Simulointitulokset vastasivat melko hyvin asiantuntija-arvioita ja ovat suurelta osin uskottavia. On todettava, että joiltakin osin simulointitulokset poikkesivat merkittävästi em. arvioitsijoiden näkemyksistä, mutta toisaalta myös asiantuntijaryhmän sisällä esiintyi joitakin näkemuseroja tilanteiden otaksuttavasta kehittymisestä. Ruuhkautuminen on prosessina varsin turbulентtinen ja etenkin simuloinnin kannalta lähtötietojen oikeellisuudella on merkittävä vaikutus tuloksiin.

Dynaaminen simulointi on ainoa mahdollinen työväline ruuhkautumisprosessin ymmärtämiseen. Simuloinnin käyttö edellyttää mallinnusmenetelmien kehittämistä. Simulointi on ns. hienotyökalu – tulos on hyvä vain kokeneen ”sepän” käden työnä.

Keywords: Network Performance, Simulation, Metropolina Area

ABSTRACT

In this work studied the suitability of a simulation program as a tool for traffic centre. A microscopic simulation program named INTERGATION was used. The work concentrated on assessment of different traffic situations and also the traffic performance in future. The collected traffic information from follow-up points was used in calibration of the microsimulation model.

In the study the traffic network was restricted to the main roads inside Ring I (Ring I included). Also a new Ring II, which will be opened in fall 2000 and the streets of central Helsinki were in the modelled network. The traffic demand data from EMME/2 – models maintained by Helsinki Metropolitan Area Council (HMAC) was used as the basis of traffic flow data. Also EMME/2 – network was a basis for the model and in the network was traffic signal data from most important intersections and coded. The simulation model calibrated to match with a 10 % difference accuracy between simulated and calculated traffic volumes, which accuracy is satisfactory.

Four different situations were modelled: Present (1994) situation, present network and year 2000 traffic, present network plus Ring II and year 2000 traffic and year 2010 situation. The traffic demand represented morning peak traffic volumes. From the continuous simulation process the simulation situation was saved in five minutes intervals. Both traffic volume and speed data were collected.

The results were in line with expert estimates and are mostly plausible. It has to be noted that in some parts the simulated results were highly unreliable and against expert's opinions. Congestion is a very turbulent process and to simulate this process is very sensitive to coding and usage of the program. Also INTEGRATION has some problems with the assignment phase, which has some effect to the modelled congestion.

Dynamic simulation is an only possible tool to model congestion process. To use simulation as a tool provided on condition that traffic demand modelling has to be developed to more detailed level. Simulation is a very fine tool – but only in experienced and qualified hands.

ALKUSANAT

Raportti pääkaupunkiseudun liikenteen simuloinneista INTEGRATION ohjelmistolla on laadittu Uudenmaan tiepiirin toimeksiannosta. Simulointitarkastelu on tehty huipputuntikysynnällä muutamalla verkko-vaihtoehdolla. Tarkastelun tavoitteena on arvioida mikrosimulointimallinuksen mahdollisuuksia liikennekeskuksen tarpeiden valossa. Lähtökohtana on ollut nykyisen väylästä ongelmien paikantaminen sekä odotettavissa olevien ongelmakohtien etsiminen. Työtä on tiepiirin toimesta johtanut dipl.ins. Pekka Rajala ja konsultteina ovat olleet dipl.ins. Matti Keränen Viatek Oy:stä, tekn.lis. Antero Karppinen TKK:lta sekä dipl.ins. Matti Kokkinen Traficon Oy:stä. Selvitys on saanut Euroopan unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans-European Networks – Transport) –rahoitusta.

SISÄLTÖ

<u>TIIVISTELMÄ</u>	<u>3</u>
<u>ALKUSANAT</u>	<u>5</u>
<u>1 TAUSTA</u>	<u>8</u>
<u>2 MENETELMÄN VALINTA</u>	<u>9</u>
2.1 Mitä ovat liikennemallit (kysynnän ennustaminen)	9
2.2 Staattiset ja dynaamiset sijoittelumallit	10
<u>3 MALLIN VALIDOINTI</u>	<u>11</u>
3.1 Verkon käsittely	11
<u>4 SIMULOINTIAJOT</u>	<u>13</u>
<u>5 TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI</u>	<u>13</u>
5.1 Simulointiajojen tulokset	13
5.2 Simulointiohjelman arviointia	17
<u>6 KEHITYSTARPEET JA -MAHDOLLISUUDET</u>	<u>19</u>
6.1 Tarpeet	19
6.2 Mahdollisuudet	19
<u>7 KEHITYS</u>	<u>20</u>
<u>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</u>	<u>20</u>

LIITTEET

1. Simulointien aikajaksottaiset liikennemäärä- ja nopeusluokat

1 TAUSTA

Tehdyllä tarkastelulla on kaksi päätavoitetta. Ensisijaisesti on pyritty mallintamaan pääkaupunkiseudun päätieverkon toimivuutta tulevassa kuormitustilanteessa ja erityisesti etsimään sen ongelmakohtia – pulonkauloja. Toisaalta tavoitteena on löytää liikennekeskukselle sellainen liikenteenmallinnustyökalu, joka vastaisi keskuksen tarpeita – luotettavaa, nopeaa ja tarkkaa liikenteenmallinnusmenetelmää.

Työn tärkeä osa on ollut myös dynaamisen simulointimallin käyttökelpoisuuden arviointi. Työn kuluessa on tehty jatkuvaa ohjelmiston toiminnan ja ominaisuuksien arviointia.

- Liikennetilanteiden ymmärtäminen, ruuhkautumisprosessit pääkaupunkiseudulla

Nykyisin liikennekeskus seuraa liikenteen sujumista ja mahdollisuuksien mukaan tiedottaa ongelmista. Tulevaisuudessa liikennekeskuksen tehtäviin tulee enenevässä määrin sisältymään myös aktiivinen liikenteenohjaus. Ohjauksen keinovalikoimana on muuttuvien liikennemerkkien ja autonomisten ohjausjärjestelmien lisäksi tiedotus ja kenties jopa reittisuositusten antaminen. Tällainen toiminta edellyttää hyvää käsitystä liikenneverkon toiminnasta ja erityisesti tietämystä mahdollisista vaihtoehtoisista reiteistä ja niiden välityskyvystä poikkeustilanteissa.

- Liikennemittaustietojen hyödyntäminen
- Ohjausstrategioiden suunnittelu ja testaus
- Varautuminen poikkeustilanteisiin

Liikennekeskuksen seurannassa on useita liikenteenmittauspisteitä. Yhdistettynä hyvään mallinnustyökaluun voidaan näiden pisteiden mittausaineisto liittää tosiaikaisesti mallinnukseen. Vaihtoehtoisesti mitattavaa liikennetietoa voidaan käyttää ennalta laadittujen skenaarioiden toteutumisen seuraamiseen sekä pitkissä ennusteissa että nopeita ratkaisuja edellyttävissä poikkeustilanteissa. Tällainen lähestymistapa mahdollistaa liikenteen ohjausstrategioiden suunnittelun ja testauksen.

Samoin lyhyiden ennusteiden laatiminen simulointimallilla mahdollistaa skenaarioiden laadinnan kulloinkin käsillä olevasta ongelmasta. Liikennekeskus voi valmentautua ennakolta odotettavissa oleviin poikkeustilanteisiin.

- Toimenpiteiden vaikutusten arviointi
 - uudet hankkeet
 - info & ohjausmenetelmät

Lähestymistavaksi on tässä työssä valittu mikroskooppinen simulointimalli. Perinteisestä tasapainosijoitteluun perustuvasta liikenneennustusmenetelmästä tällainen lähestyminen poikkeaa erityisesti dynaamisen reitinvalinnan suhteen. Liikenne on mallissa altis tarkastelun aikana tapahtuville muutoksille ja päätöksenteko reitinvalinnasta on kuljettajan tasolla. Tämä tuo mallinnustyökalun lähemmäs todellista liikennettä.

- Varautuminen liikenteen kasvun vaikutuksiin – olemassa olevan kapasiteetin tehokkaampi käyttö

Malli ei sinällään mahdollista maankäytön ja liikenneverkon muutosten vaikutusten arviointia. Malli on sen sijaan tarkempi työkalu jo arvioitujen kehitysoletuksien liikenteellisiin vaikutuksiin sekä helpottaa varautumista muuttuviin tilanteisiin. Samalla hankkeiden vaikutuksia voidaan arvioida sekä tarkastella niiden heijastusvaikutuksia koko verkkoon.

Olemassa olevan kapasiteetin käytön tehostamisen ohjaaminen edellyttää edellä kuvatun kaltaisen työkalun olemassaoloa.

2 MENETELMÄN VALINTA

2.1 Mitä ovat liikennemallit (kysynnän ennustaminen)

Liikennesuunnittelu on ongelmien ratkaisua. Olemassa olevassa tilanteessa on ongelmia, joihin haetaan uusilla ratkaisuilla helpotusta. Liikennesuunnittelussa, kuten muussakin yhdyskuntasuunnittelussa, ei voida edetä yritys/erehdys polkua. On kyettävä ennakoimaan erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia. Liikenteen kasvun vaikutukset on myös pystyttävä ennakoimaan, koska liikenneverkon rakentaminen on hidasta ja pitkäjänteistä työtä. Näiden tarpeiden tyydyttämiseksi käytetään liikennemalleja.

Liikennemalleista puhuttaessa tarkoitetaan yhdyskunnan keinomaailmaa liikenteen kannalta ajateltuna. Tässä keinomaailmassa voidaan arvioida erilaisten osa-alueiden liikennetuotoksia, matkojen suuntautumista ja mm. ajoneuvojen käyttämiä ajoreittejä. Mallit koostuvat täydellisimmillään neliporrasmalleista: liikennetuotoksen määrittämisestä (kuinka paljon matkoja tehdään alueelta/alueelle), suuntautumismallista (alueen synnyttämien matojen jakautumisesta muille alueille),

kulkuapamallista (millä välineellä matka tehdään) ja reitinvalintamallista (mitä väyliä matkalla kuljetaan). Tosin mallit kehittyvät jatkuvasti, mutta tuo nelijako on aina voimassa ja näitä malleja kutsutaan kysyntämalleiksi. Nykyisin voimassa oleva suuntaus on kehittää ajankäyttömalleja, jossa otetaan huomioon ihmisten käyttämä aika tarkemmin.

Liikennemalleja tehdään erilaisiin tarpeisiin. On eroja siinä, arvioidaanko seudun liikennejärjestelmän kehittämistä kokonaisuutena tai rakennetaanko liittymään liikennevalot. Samoin malleja voidaan tehdä kulkuapakohtaisesti, eri ajankohdan malleja (ruuhka/vuorokausi/vuosi), eri alueiden malleja (kaupunginosa/maailma) sekä malleja eri matkatyypeille- ja ryhmille (esim. työ-, koulu-, mökkimatkat)

Oleellista nyt tehdyssä tarkastelussa on se, että käyttämämme simulointimalli perustuu YTV:n kehittämiin ja ylläpitämiin kysyntämalleihin, joista on saatu ruuhka-ajan matkojen määrä ja suuntautuminen seudun osa-alueiden välillä. Myös simulointiohjelmiston tekemiä reitin valintoja on verrattu aikaisempiin mallinnuksiin.

2.2 Staattiset ja dynaamiset sijoittelumallit

Neliporrasjaon viimeinen vaihe on alueiden välisten, laskettujen liikennevirtojen sijoittaminen liikenneverkolle, eli sijoittelu. Sijoittelussa matkat jaetaan liikenneverkolle siten, että yksikään matkustaja ei voi löytää nopeampaa reittiä, kuin lopullinen sijoittelu on löytänyt (Wardropin 1. periaate). Jako staattiseen ja dynaamiseen tarkoittaa sijoiteltavien matkojen käsittelyä. Staattisessa mallissa kaikki alueiden väliset matkat sijoitellaan yhtenä pakettina. Reitin valinta perustuu peräkkäisiin iteraatioihin, joka suppenee kohti hyväksyttävyyssajan alittavaa ratkaisua. Dynaamisessa mallissa matkat lähetetään verkkoon yksittäisinä ajoneuvoina ja sijoitteluprosessissa ajoneuvojen jonoutuminen näkyy todellisen kaltaisena jopa tietokoneen ruudulla. Molemmilla menetelmillä on oma tarkoituksensa, eivätkä ne ole kilpailevia menetelmiä keskenään. Staattista menetelmää käytetään normaalissa verkkosuunnittelussa ja sen avulla pystytään arvioimaan liikenneverkon toimivuutta riittävän hyvin. Dynaaminen malli on tarkempi ja sen avulla pystytään tarkastelemaan ruuhkautumisen kehitystä ja purkautumista todellisen tilanteen mukaisena

Staattisia ohjelmia ovat mm. EMME/2, Trips ja Saturn. Dynaamisia malleja edustavat mm. HUTSIM ja Integration. Puhuttaessa liikenteen simuloinnista tarkoitetaan dynaamisia malleja. Dynaamisuus tulee ajoneuvojen vuorovaikutuksesta sekä syntyvien ruuhkien käsittelystä, jossa ruuhkat vaikuttavat verkon ja sen osien kapasiteettiin. Dynaamisissa malleissa käytetään todenmukaisia valo-ohjauksia, ajoneuvojen väistämismallisuksia, lasketaan aikavälejä, ylipäätään yritetään mallintaa liikennettä mahdollisimman todenmukaisesti.

Dynaamisten mallien käyttö vaatii kokemusta ja asiantuntemusta. Pelkkä matemaattisiin kaavoihin perustuva laskenta ei riitä, vaan asiantuntijan on tulkittava saadut tulokset. Dynaamiset mallit ovat asiantuntijatyökalu, johon on perehdyttävä huolella. Mallien koodaus ja validointi, mallin käyttäytyminen ja sen ominaisuudet ovat kaikki tuloksiin suuresti vaikuttavia. Väärät oletukset tai verkon koodausvirheet vääristävät tuloksia. Simulointi antaa tarkkoja tuloksia, mutta myös virhemahdollisuudet ovat suuria.

3 MALLIN VALIDOINTI

3.1 Verkon käsittely

Tähän simulointityön pohjana käytettiin YTV:n EMME/2 – liikenneverkon kuvausta. Verkko kattaa pääkaupunkiseudun tiet kokoojakaduista ja niitä toiminnalliselta luokaltaan korkeampiluokkaiset väylät. EMMEn koodaus on hyvä pohja simulointiverkoksi, mutta sitä on jonkin verran tarkennettava. Tässä työssä verkkoon lisättiin tärkeimpien eritasoliittymien tarkennettu koodaus ja otettiin lisättiin tarkastelualueen kannalta oleellisiin valo-ohjattuihin liittymiin liikennevalot. Helsingin keskustan katuverkkoa ei mallinnettu sen tarkemmin, vaan tarkastelussa keskityttiin säteittäisten pää- ja kehäväylien tarkentamiseen.

Tarkastelut tehtiin kahdelle erilaiselle verkolle: nykytilanteen verkolle (myöhemmin nykyverkko) ja nykyverkolle lisättyä kehä II (jäljempänä K2-verkko). Verkot käsittivät Kehä I sisäpuolisen liikenneverkon mukaan lukien Kehä I. Molemmissa verkoissa kaikki pääväylien eritasoliittymät on mallinnettu kaistakohtaisesti.

3.2 Valo-ohjaus

Valo-ohjaus on koodattu Kehä I:llä Kalevalantien, Vt 1:n ramppien ja Mäkkylän liittymiin. Samoin liikennevalot on mallinnettu Länsiväylän ja Porkkalankadun liittymään sekä Tuusulantien päähän.

Valo-ohjaus on koodattu kyseisten liittymien olemassa olevien valo-ohjausratkaisujen mukaisesti. Ruskeasuon liittymässä, joka on valo-ohjauksen kannalta melko monimutkainen, kokeiltiin mallinnusta, jossa kullekin tulosuunnalle koodattiin liittymään saapuvalla liikenteelle liikennevalot, jotka pysäyttivät liikenteen kiinteän kierron mukaisesti. Itse liittymä sen sijaan jätettiin valo-ohjaamatta. Kyseinen mallinnus vastasi toiminnallisesti yllättävänkin hyvin liittymän todellista valo-ohjausta. Lopullisissa simulointiajoissa tästä mallinnustavasta kuitenkin luovuttiin ja liittymä jätettiin väistämisvelvollisuus säännöillä toimi-

vaksi. Pääsuunta ko. liittymässä oli Hämeenlinnan väylä - Mannerheimintie.

Muut valo-ohjatut liittymät koodattiin kiinteän kierron ja kiinteiden viheraikojen mukaisesti niin, että ohjaus vastaa varsin tyydyttävästi ruuhkatuntien aikaista ohjausta.

3.3 Kysyntä

Integration käsittelee kysyntää hyvin erityyppisesti kuin EMME/2. YTV:n EMME-mallista saatiin aamuhuipputunnin liikenteen kysyntä.

Simuloinnissa käytettiin EMMEstä saatuja O-D (lähtöpaikka-määräpaikka) tietoja. Kysyntä mallinnettiin EMME:n tuntiliikenteestä Integrationin tuntiliikenteeksi. Kysyntä määritettiin Integrationissa tarkastelujaksossa satunnaisesti jakautuneeksi - muutoin kaikkien yhden matkan O-D-parien liikenne olisi generoitunut tarkastelujakson puolivälissä.

Lähestymistavan oikeellisuus tarkastettiin vertaamalla keskeisien referenssilinkkien liikennemääriä molemmissa malleissa. Erot sijoittelussa olivat alle 10%-yksikön luokkaa, jota voidaan pitää riittävän hyvänä vastaavuutena ottaen huomioon mallien merkittävät sijoittelutekniset eroavuudet.

Integration generoi liikenteen edellä mainitusti satunnaisesti simulointiaikajaksoille. Tasapainosijoitteluohjelmistoista poiketen liikenteestä osa voidaan määritellä käyttäytymään niin, että ajoneuvot voivat muuttaa reitinvalintaansa matkan aikana. Tehdyissä tarkasteluissa määriteltiin, että 20 % liikenteestä voi tehdä reitinvalintamuutoksia matkan aikana.

Toisaalta Integrationin puutteena laajoja verkkoja ajatellen on sijoitteluiteraatioiden vähäisyys. Vakioitu iteraatiomäärä on vain viisi kierrosta, kun esimerkiksi EMMEssä käytetään pääkaupunkiseudun verkkoa sijoiteltaessa tavallisesti kolmeakymmentä iteraatiokierrosta. Vähäinen iteraatiokierrosten määrä näyttää johtavan paikoitellen irrationaaliseen reitinvalintaan - tosin pääväylien osalta sijoittelu säilyy melko uskottavana.

4 SIMULOINTIAJOT

- Tarkastellut tilanteet

Simuloimalla tarkasteltiin liikenteen aamuhuipputunnin aikaa kahdella eri verkolla: nykyinen liikenneverkko ja nykyverkko, johon lisättiin kehä II Länsiväylältä Vanhalle Turuntielle (jäljempänä kehä II-verkko. Liikennevirtamatriisit kuvasivat vuosia 1994, 2000 ja 2010. Simuloidut tilanteet olivat

- nykyverkko, v. 1994 liikenne
- nykyverkko, v. 2000 liikenne
- kehä II-verkko, v. 2000 liikenne
- kehä II-verkko, v. 2010 liikenne

Simulointi on 'reaaliaikaista' eli jatkuva prosessi eli simuloinnissa aika juoksee jatkuvasti. Tulosten tarkastelemiseksi tallennettiin liikenteen tilanne 5 minuutin välein, joista on tehty liitteenä olevat teemakartat (liikennemäärät ja nopeustasot).

5 TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

5.1 Simulointiajojen tulokset

Simuloinneissa syntyi paikoittain pitkiä jonoja. Tuloksia tarkastellessa on huomioitava, että Integrationin reitinvalinta-algoritmissa on puutteita normaaliin tasapainosijoittelun laskentaan verrattuna. Tämä aiheuttaa paikoin harhaisuutta 'todelliseen' tilanteeseen verrattuna, eli syntyvät jonot ovat jossain liian pitkiä ja jossain liian lyhyitä.

Pahimmat kohteet

Kehä I – Nurmijärventien ja Kannelmäen alue

Kahden liittymän välinen matka on lyhyt ja sekoittumiset-erkanemiset tapahtuvat lyhyellä matkalla. Simuloinneissa paikan ongelmat näkyivät jonoutumisena kehä I:llä jo v. 1994 tilanteessa. v. 2000 tilanteessa kehällä länteen menevällä liikenteellä oli suuria ongelmia. Kehä II:n avaaminen helpotti kehä I:n tilannetta.

Kehä I – Kalevantien liittymä

Liittymä aiheutti jonoja sekä kehä I:n etelään suuntautuvalla liikenteelle että Kalevantielle kehälle pyrkivälle liikenteelle. Liittymän ongelmat pahenivat simuloinneissa vuosien 1994 ja 2000 välillä, mutta

kehä II:n käyttöönotto poisti jonot liittymästä. Vuonna 2010 liittymä ei aiheuttanut ongelmia.

Kehä I – Turunväylä

Liittymä toimi simuloinneissa suhteellisen hyvin vuonna 1994, mutta vuoden 2000 tilanteessa jonoja oli Turunväylän rampeilla ja Kehällä etelään päin. Kehä II:n avaaminen aiheutti liikenteellisiä ongelmia Turunväylälle ja aina Kehä II:lle asti.

Nurmijärventien-Vihdintien-Hakamäentien alue

Nurmijärventien-Huopalahdentien välinen alue jonoutui kaikissa tarkastelluissa tilanteissa. Nurmijärventie ruuhkautui pahasti keskustaan menevän liikenteen osalta. Tarkastelun verkoissa ei ollut mukana Hakamäentien suunniteltuja parannustoimenpiteitä.

Länsiväylä

Länsiväylällä ja kehä I:llä muodostui jonoja simuloinneissa. Ongelmana oli kehältä Helsingin keskustaan menevä liikenne sekä väylän liittyminen Helsingin katuverkkoon ruoholahdessa. Länsiväylän ongelmat heijastuivat v.2000 ja 2010 myös Tapiolan katuverkkoon. Länsiväylän jonoutuminen Ruoholahdesta asti ei vastaa nykyistä tilannetta.

Itäväylä

Väylän liittyminen Helsingin katuverkkoon Sörnäisissä aiheutti ongelmia kaikissa tilanteissa. Lisäksi Herttoniemen liikenneympyrässä oli toiminnallisia häiriöitä.

Tuusulanväylä

Moottoritien liittyminen Helsingin katuverkkoon aiheutti jonoja kaikissa tilanteissa. Jonot aiheuttivat kiertelyä Käpylän ja Metsäläntien kautta.

Kehä II:n vaikutus

Simuloinneissa Kehä II:n avaaminen kevensi Kehä I:n kuormitusta Leppävaarasta etelään. Toisaalta Kehä II:n ja Kehä I:n väliset linkit - Turunväylä ja Turuntie (mt 120) ruuhkautuivat pahoin. Turunväylä ja Turuntie toimivat Kehä II:ta syöttävinä linkkeinä ja kehä II:n avaaminen lisää näiden väylien liikennemääriä. Kehä II:n avaaminen tulee ajoittain ruuhkauttamaan ko. väylät. Etenkin Turunväylän / Kehä I:n liittymä tulee olemaan ajoittain ylikuormittunut.

Huomiot simulointiajoittain

v. 1994 liikennetilanne

- yleishuomiona simuloinnin mukainen liikenne käyttäytyy melko uskottavasti.
- Kehä I
 - Tuusulantie – Hämeenlinnanväylä käyttäytyy melko uskottavasti
 - Leppävaaran suoran nopeus on liian korkea, johtuu ilmeisesti simuloidun liikennemäärien vähydestä
 - Länsiväylä kuormittuu liikaa
- Turunväylä käyttäytyy uskottavasti, Huopalahden ruuhka melko todenmukainen. Huopalahdentien tilanne vaikuttaa oikealta
- Hämeenlinnanväylän tilanne vastaa todellisuutta hyvin, Haagan kadut ruuhkautuvat todellista enemmän
- Lahdentien ruuhkautuminen tapahtuu aika todellisen tuntuisesti
- Itäväylä kuormittuu liikaa

Pääväylien kuormitukset osittain liian korkeat - toisaalta esimerkiksi Kehä I:llä on liian vähän liikennettä. Kyseessä on ilmeisesti simuloinnin alkusijoittelun hankaluudet (vähäiset iteraatiokierrokset tasapainosijoittelussa).

v. 2000 liikennetilanne nykyverkolla

- Kehä I:llä liikennemäärät kasvaneet ja simulointi vastaa paremmin todellista tilannetta.
 - Leppävaaran tilanne totuudenmukaisempi
 - Pukinmäen kohdalla yllättävää ruuhkautumista
 - Pakilantien – Tuusulanväylän väli huonompi kuin todellisuudessa
- Länsiväylällä liikaa autoja
- Turunväylällä ongelmia lännestä Kehälle I:lle nousevalla liikenteellä, ehkä hivenen todellisuutta pahempaan.
- Nurmijärventien ruuhkan hieman liian pahoja

- Tuusulantiellä Oulunkylän kohdalla yllättävää hidastelua, ei vastaa todellisuutta (mahdollisesti seurausta reitinvalinnan iteraatio-ongelmasta)
- Lahdentien ja Kehä I:n liittymä aiheuttaa ongelmia Lahdentiellä keskustaan menevällä liikenteellä - ei vastaa todellisuutta

v. 2000 liikennetilanne Kehä II-verkolla

- Kehä I
 - länsipää toimii uskottavan tuntuisesti
 - Pakilan ja Tuusulantien välillä ruuhkautumista. Syynä voi olla sekoittumisalue – arvioitavissa vasta ajoratamaalausten valmistuttua keväällä 1999
 - Lahdentien liittymä pohjoisesta ongelmallinen, voi olla mallin-
nusongelma
- Länsiväylän tilanne huomattavasti paremmin odotusarvoa vastaavaa, jopa uskottavan tuntuinen.
- on mahdollista, että simuloinneissa keskustan läpi menevä liikenne sujuu hieman liian hyvin, jolloin aikaisemmissa ajoissa reitinvalinta oli väärä. Liikenne hakeutuu todellisuutta enemmän keskustan kautta kulkeville reiteille.
- Itäväylällä tilanne vaikuttaisi liian hyvältä
- Huopalahdentien ruuhkat helpottuneet aikaisemmasta
- Nurmijärventie on tukossa keskustaan päin
- Tuusulantiellä ei muutoksia edeltäviin tarkasteluihin
- Turunväylän ja Kehä I:n liittymä (lännestä Kehälle) ruuhkautuu pahoin => ruuhkauttaa Turunväylän Kilon ja Leppäsolmun välillä sekä heijastuu edelleen Kehä II:lle. Todellisuudessa ruuhkat eivät ehkä tule olemaan aivan näin pahoja, mutta kehä I:n liittymien toimivuuden merkitys korostuu Kehä II:n valmistumisen jälkeen. Simulointimallissa simuloinnin alkuvaiheessa tehtävässä reitinvalinnassa on ongelmia, joka näkyy joidenkin liittymien ylikuormituksena tuloksissa.

v. 2010 liikennetilanne kehä II-verkolla

- Kehä I
 - Leppävaara hieman pahentunut v. 2000 tilanteesta
 - muutoin tilanne hieman 2000 tilannetta parempi
 - ongelmia Kannelmäen kohdalla, jotka aiheutuvat Kantelettarentien liittymästä ja lyhyestä liittymävälisestä Nurmijärventiehen
 - Karhusaari-Keilaniemi väli ruuhkautuu ajoittain pahasti
 - Lahdentien liittymässä ongelmia, jotka voivat olla seurausta koodauksesta
- Länsiväylän tilanne hieman huonontunut
- Tuusulantiellä ajoittaisia ongelmia keskustaan päin kehä I:n pohjoispuolella
- Itäväylän tilanne hieman huonontunut
- vanha Turuntie huonontunut

Kokonaisuudessaan liikennemäärien kasvu on heikentänyt liikenteellistä toimivuutta useilla väylillä. Simulointitulokset vaikuttavat pääosin hyväksyttäviltä ja uudet ongelmat ovat seurausta kasvaneista liikennemääristä.

Jotkin yksittäiset liittymät tukkeentuvat pahasti (Kehä I-Turunväylä) tavalla, joka saattaa antaa todellisuutta synkemmän kuvan. Tulokset eivät näiltä osin ole luotettavia, mutta osoittavat kuitenkin kyseisten kohteiden herkkyyden ruuhkautua ja niiden merkityksen verkollisena elementtinä. Erityisesti heijastusvaikutusten ankaruus voi osin johtua liian pienestä iteraatiokierrosten määrästä – liian moni ajoneuvo hakeutuu hankalalle reitille.

5.2 Simulointiohjelman arviointia

Integration vaikuttaa hieman vanhahtavasta käyttöliittymästään huolimatta olevan suhteellisen käyttökelpoinen ja kehityskelpoinen työkalu laajojenkin verkkojen analysointiin. Ohjelmassa on olemassa puutteita, joista suurin on simuloinneissa käytettävien reittien määrittäminen. Reitinvalinta perustuu tasapainosijoitteluun, jonka iteraatiokierrosten määrä on rajattu ohjelmallisesti viiteen. Määrä on liian vähäinen Wardropin periaatteiden toteutumiseen edes siten, kuin ne yleensä täyte-

tään muissa sijoitteluohjelmissa. Ongelma on osin kierrettävissä ja tulosten luotettavuutta siten parantaa. Tämä ongelma tulee parhaiten esiin simulointiajoissa huomatussa reitinvalinnassa kehä I:n ja kehä II:n välillä.

Simuloinneissa käytettävä liikenteen kysyntä perustuu liikennemalleihin. Käytettävät mallit ovat liian karkeita simulointien vaatimaan tarkkuuteen. Liikenneverkon koodaus tehdään hyvin tarkasti, mutta liikenteen kysynnän ennustaminen jää epätarkaksi. Tämä on seurausta kysynnän ennustamisen vaikeudesta, mutta myös siitä, että kysyntämallit on kehitetty erilaiseen tarpeeseen. Mm. pääkaupunkiseudulla tyypille matka-ajan orjentointi määränpäähän saapumisajan mukaan olisi erityisen suotava ominaisuus.

Ongelma voi myös olla simulointialueen leikkaaminen suuremmasta verkosta. Esimerkiksi Kehä III on simuloidun verkon ulkopuolella. Simulointialueen sisäinen liikenne on tosin samoin leikattu suuremmasta verkosta, mutta ohjelmistot käsittelevät liikennevirtaa eri tavoin. Mm. ylikysynnän käsittelyerot voivat johtaa siihen, että simulointiverkossa tapahtuva ruuhkautuminen on seurauksiltaan pahempaa kuin tavallisessa sijoitteluohjelmassa valinnaisten reittien vähyyden vuoksi. Jatkossa olisi harkittava simulointiverkon laajentamista edelleen.

Ongelmista huolimatta saadut tulokset ovat oikean suuntaisia ja paikoin erittäin osuvia. Simulointi mahdollistaa tarkemman ruuhkautumisen vaikutusten selvittämisen, etenkin verkollisella tasolla. Seudulla ei ole mahdollista lisätä tarjottua kapasiteettia, joten tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää tunnistaa ruuhkautuvat kohteet ja syntyvien jonojen heijastuminen muuhun verkkoon.

Jonon syntyminen on nopea tapahtuma. Kysynnän ja kapasiteetin erotus jonoutuu, jos kysyntä on suurempi kuin kapasiteetti (ylikysyntätilanne). Jono purkautuu, kun kysynnän määrä alittaa kapasiteetin. Tosielämässä liikenteen kysynnän määrän minuuttivaihtelut ovat aika suuria, mutta ilmeisesti suhteellisen vakiona pysyviä eri kysynnän tasoilla, kun liikutaan lähellä kapasiteettirajaa. Jollain hetkellä hetkellinen ylikysynnän määrä jonoutuu ja kysynnän pysyessä suurena, jono kasvaa. Kun pullonkaulaan saapuva kysyntä on suuri, se saavuttaa jonon pään hyvin nopeasti ja jono pidentyy vauhdilla. Jonon purkautumisnopeus on aika vakio, samoin jonon matkanopeus. Kun liikutaan kapasiteetin tuntumassa, jonoutuvan liikenteen määrä ei ole suuri, muutaman kymmenen - sadan ajoneuvon tuntiliikennemäärä riittää. Simulointi on ainoa työkalu, jolla tätä vaikeaa prosessia voidaan yrittää tutkia ja sen vaikutuksia arvioida. Kertyvä jono vaikuttaa helposti myös muihin linkkeihin, jolloin yksittäisen linkin häiriö laajenee verkolliseksi. Tätä ei voi hallita ilman tietokonemallia ja jonoutumisen prosessissa simulointi on ainoa työkalu.

6 KEHITYSTARPEET JA -MAHDOLLISUUDET

6.1 Tarpeet

Mallinnettu verkko on simulointiverkoksi varsin laaja. Seudun liikenteelliseen tutkimuksen tarpeisiin pitäisi verkkoa laajentaa lisäämällä poikittaisyhteyksiä, joka tarkoittaa Kehä III:n sisällyttämistä mallinnusalueeseen keskeisiltä osiltaan (Turunväylä – Lahdenväylä).

Integrationin simulointimallissa suurin ongelma on käytettyjen iteraatiokierrosten määrä. Nykyiset viisi iteraatiota jättävät simulointivaiheeseen valitut ajoreitit liian epätydyttäväksi. Ongelmaa voidaan osin kiertää muuttamalla liikennemäärä – matka-aikafunktioiden muotoa, mutta tällöin menetetään yhteys EMMEn sijoitteluihin.

Integration on yksi mahdollinen simulointiohjelmisto. Muita kiinnostavia ovat AIMSUN/2, johon on saatavissa yhteys EMME/2 – ohjelmiin, joka helpottanee huomattavasti simulointimallin rakentamista. Linkki saattaa olla kaksisuuntainen, jolloin ohjelmat muodostaisivat jo erittäin hyvän työkalun.

6.2 Mahdollisuudet

Simulointi mahdollistaa erilaisten liikennetilanteiden tutkimisen. Puutteistaan huolimatta rakennettu Integration-mallia voidaan käyttää varovaiseen tarkasteluun. Integration tarvitsee tuekseen havainnollistamis- ja vertailutyökalun, jona voidaan osin käyttää Mapinfoa.

Oleellisin tekijä on verkkokoodaus – tuhansia linkkejä, joiden määrittelyt on tehty. Pääkaupunkiseudun pääväylästä mallintaminen on toki jatkuva prosessi, mutta suurin perustava työ on verkon määrittely. Nyt tehty verkko on varmaankin yhä osin epätarkka, mutta suuri osa keskeisistä asetteluista on kuitenkin jo kohdallaan. Seuraava askel on verkon tarkentaminen edelleen ja mm. valo-ohjattujen määrän liittymien lisääminen. Vaikka pääväylästä saadaankin valo-ohjatut tasoliittymät korvattua muilla ratkaisuilla, tulee alemman katuverkon valo-ohjaus vaikuttamaan ko. verkon toimintaa jatkossakin.

Simulointimalli mahdollistaa erilaisten erikoistilanteiden ja poikkeuksellisten olosuhteiden vaikutusten selvittämisen. Näitä ovat:

- häiriöt
- keli
- erikoistapahtumat

Lisäksi mallilla voidaan tutkia kehittyneiden informaatiojärjestelmien vaikutuksia ajajien liikenteelliseen käyttäytymiseen, kuten muuttuvan reittiohjauksen vaikutuksia ja reaaliaikaisen liikenneinformaation vaikutuksia.

7 KEHITYS

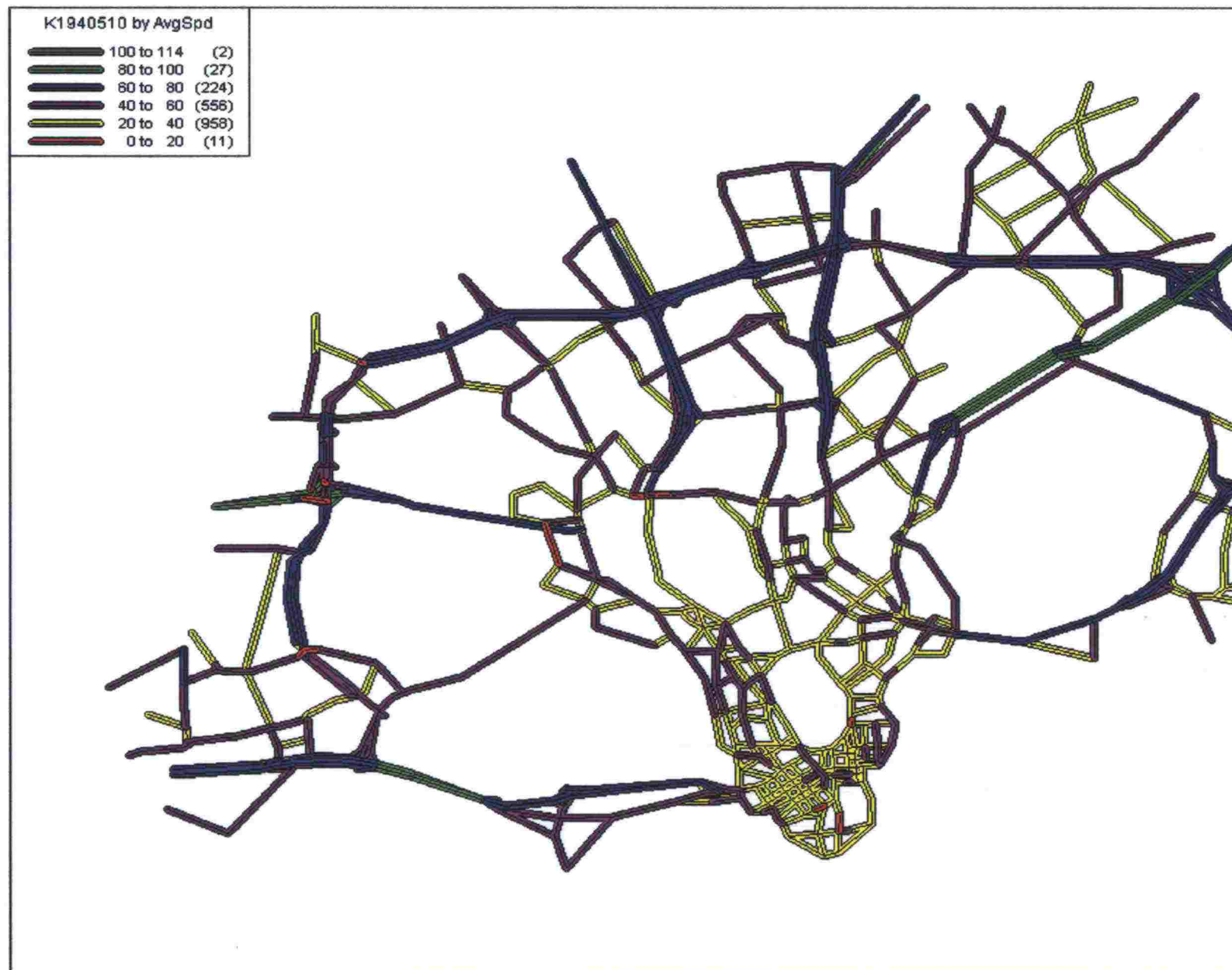
Simuloinnin käyttö antaa tarkempaa tietoa liikenneverkon ruuhkautumisprosessista. Saadut tulokset ovat riippuvaisia paitsi verkon mallinnuksen ja simulointimallin oletusten tarkkuudesta myös käytettyjen lähtötietojen tarkkuudesta.

Nyt käytetty YTV:n aluejakoihin pohjautuva kysynnän määrä on hie-man puutteellinen simuloinnin tarpeisiin. Koska simulointiverkossa ajoneuvot todella "viettävät" paljonkin aikaa lähtö- ja määräpaikan välillä, pitäisi kysynnän mallinnusta tarkentaa vastaamaan paremmin todellisia aikajaksottaisia lähtöaikoja tai rakentaa käytetty liikennekysyntä matkan saapumisajan eikä lähtöajan perusteella. Tällöin saataisiin korjattua sekin ongelma, mikä nyt on eri tyyppisten työpaikka-alueiden kysynnässä: teollisuusalueilla töitten alkamisaika on aikaisemmin kuin toimistovaltaisilla alueilla. Tämänkään tyyppinen ero ei näy kokonaiskysyntään perustuvassa liikennemäärämalleissa, mutta vaikuttaa osaltaan huomattavastikin simuloinnilla saatuun ruuhkautumiskehitykseen. Simuloinnissakin ruuhkat syntyvät vasta liikennemäärien ylittäessä kapasiteetin, joka ylitys voi olla määrältään pienekin matkaryhmän aiheuttama.

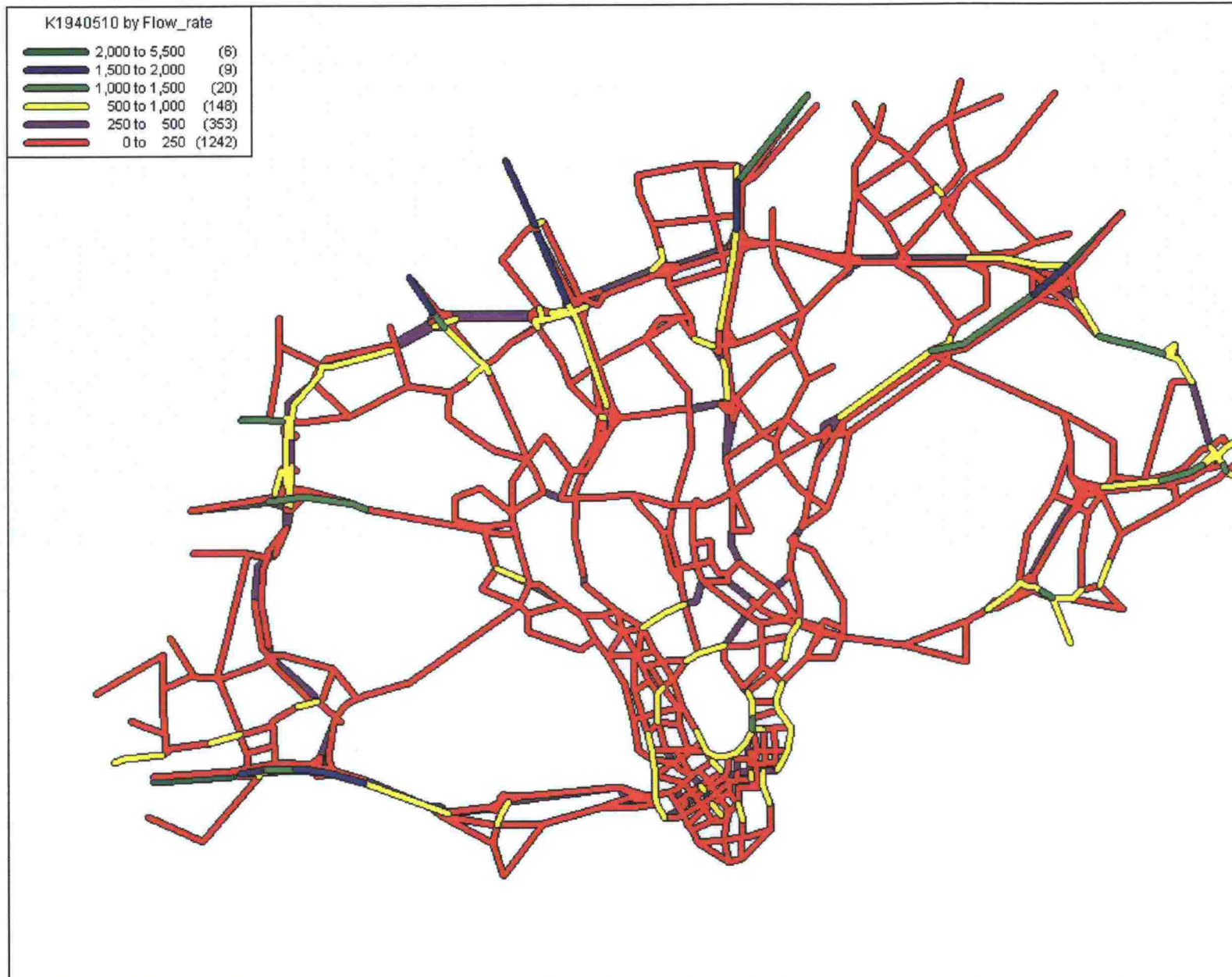
8 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Simulointimalli on varauksin käyttökelpoinen liikennekeskuk-sen työkaluna.
- Dynaaminen simulointi on ainoa mahdollinen työkalu ruuhkautumisprosessien ymmärtämiseen sekä niiden hallintaan. Kapasiteettitarjonnan ja kapasiteetin kysynnän suhde on heik-kenevä, joka voimistaa työkalun tarvetta.
- Dynaamisen simuloinnin käyttö edellyttää mallinnusmenetel-mien kehittämistä. Erityyppiset ja -tarpeiset liikennemallit on jär-kevinä yhteenkytkä tyyliin: YTV:n kysyntämallit - EMME - Integration.
- Tehtyjen simulointien tulokset ovat ennakoarvioita luotetta-vamman tuntuiset. Ongelmia ja virheitä on.
- Työryhmä suosittelee ainakin yhden vastaavan dynaamisen simulointimallin tutkimista, jos tarkoituksena on hankkia työ-kalu pitkäaikaiseen käyttöön. Tällöin myös ohjelmiston tuki ja kehitys on huomioitava.

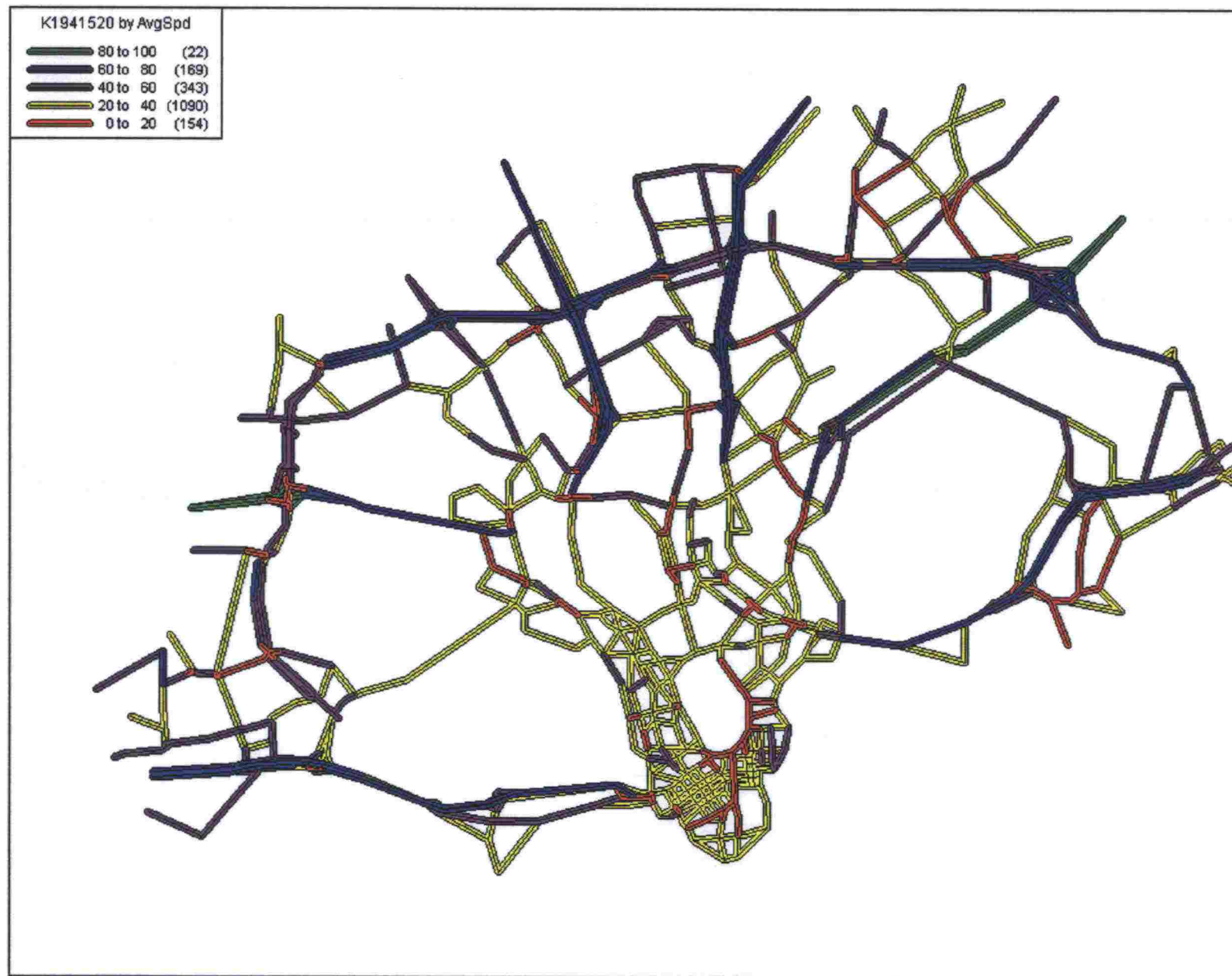
-
- Tehty työ on Integrationin puitteissa suoraan hyödynnettävissä. Seudun malli on kalibroitu aika valmiiksi, mutta mallin käyttö edellyttää vielä huolellisuutta.



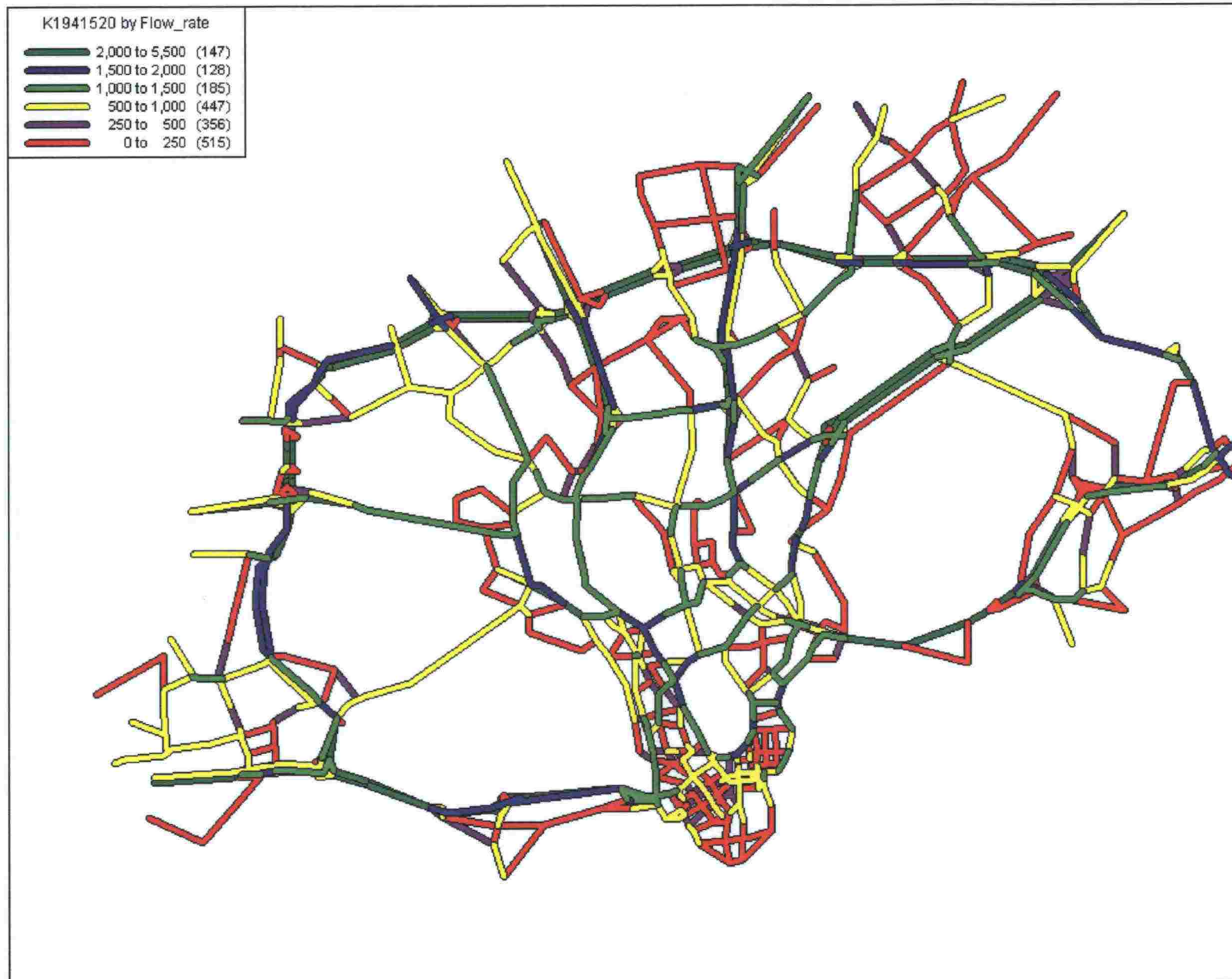
Kuva 1. V.1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 5-10 min



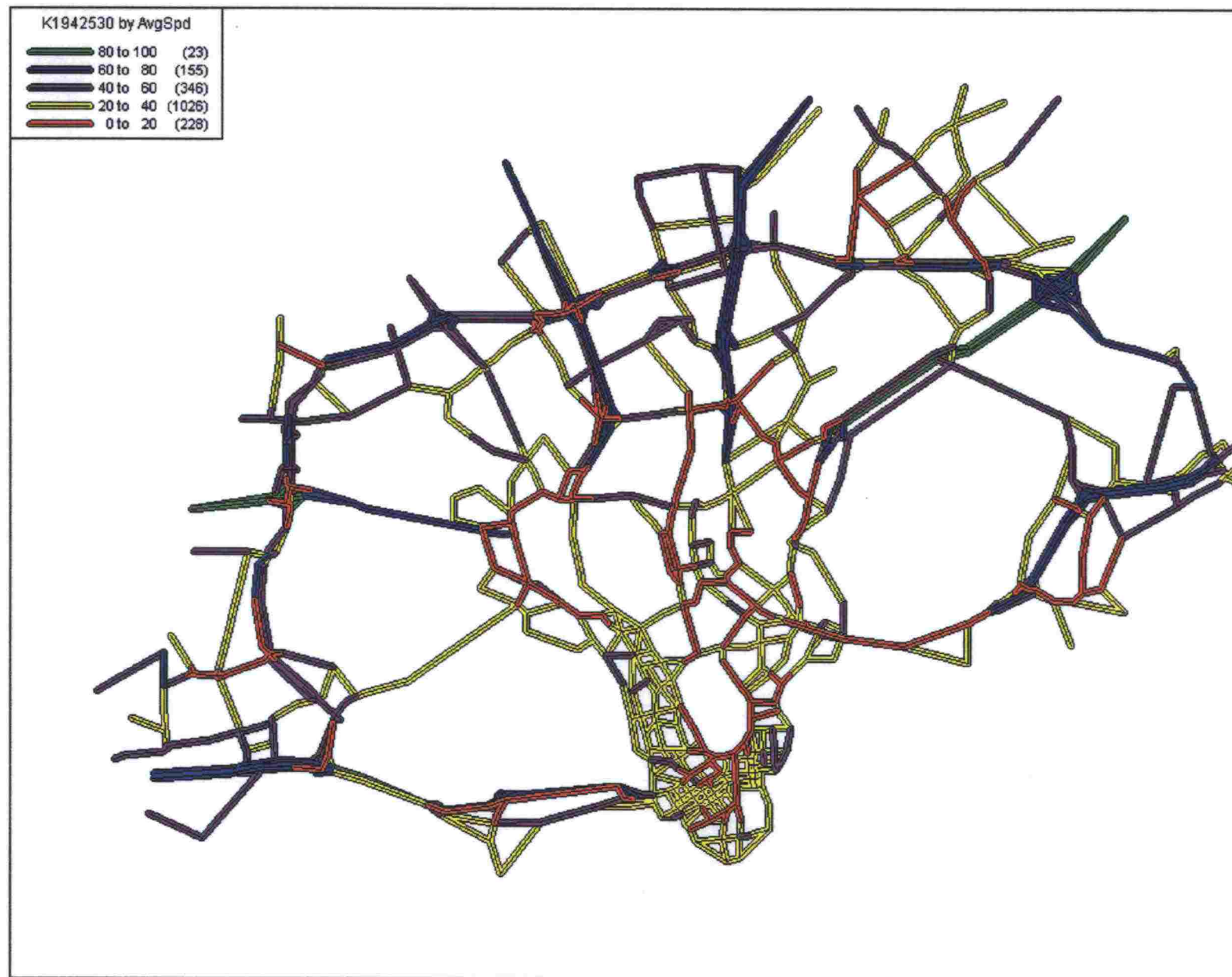
Kuva 2. v.1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 5-10 min



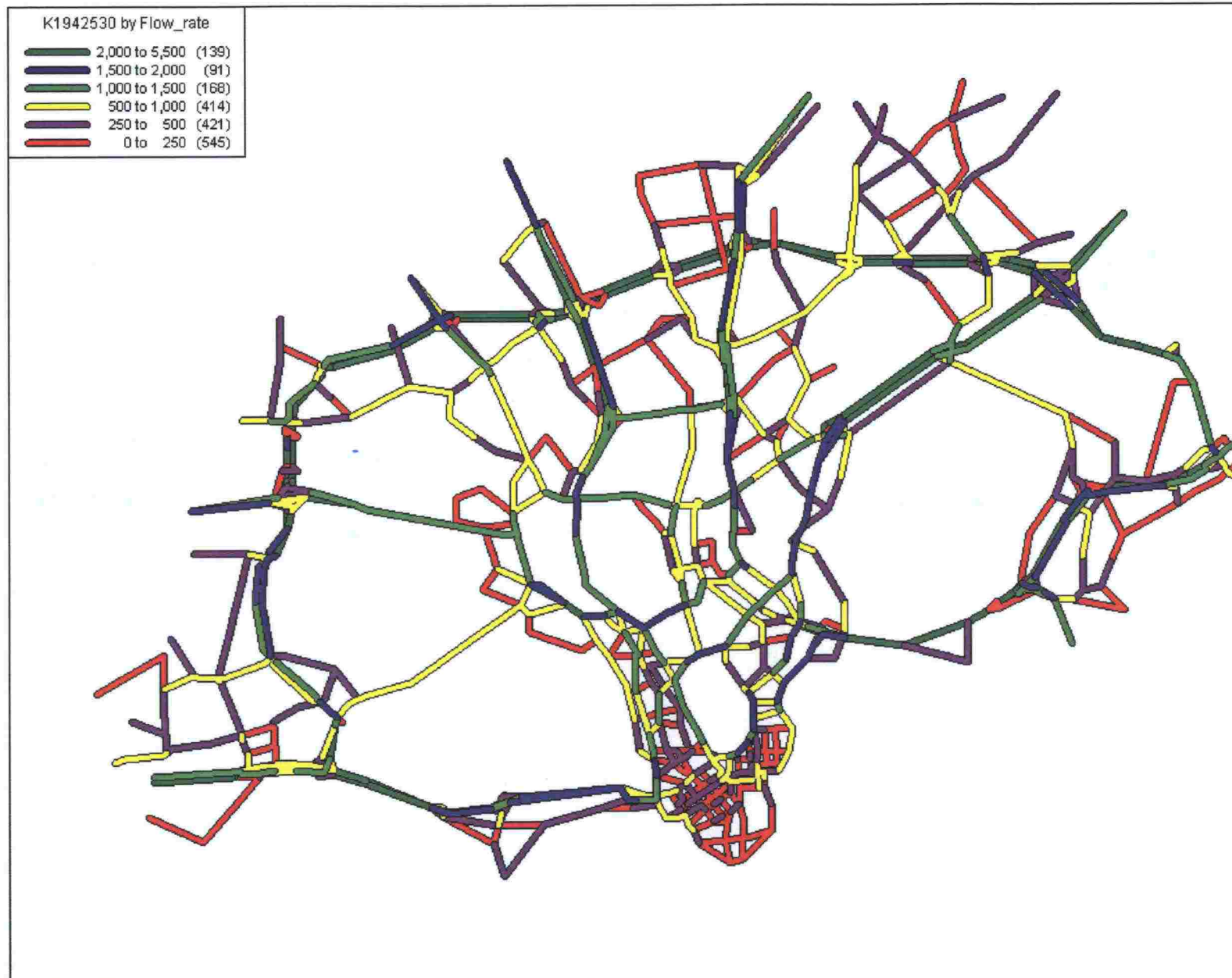
Kuva 3. v.1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 15-20 min



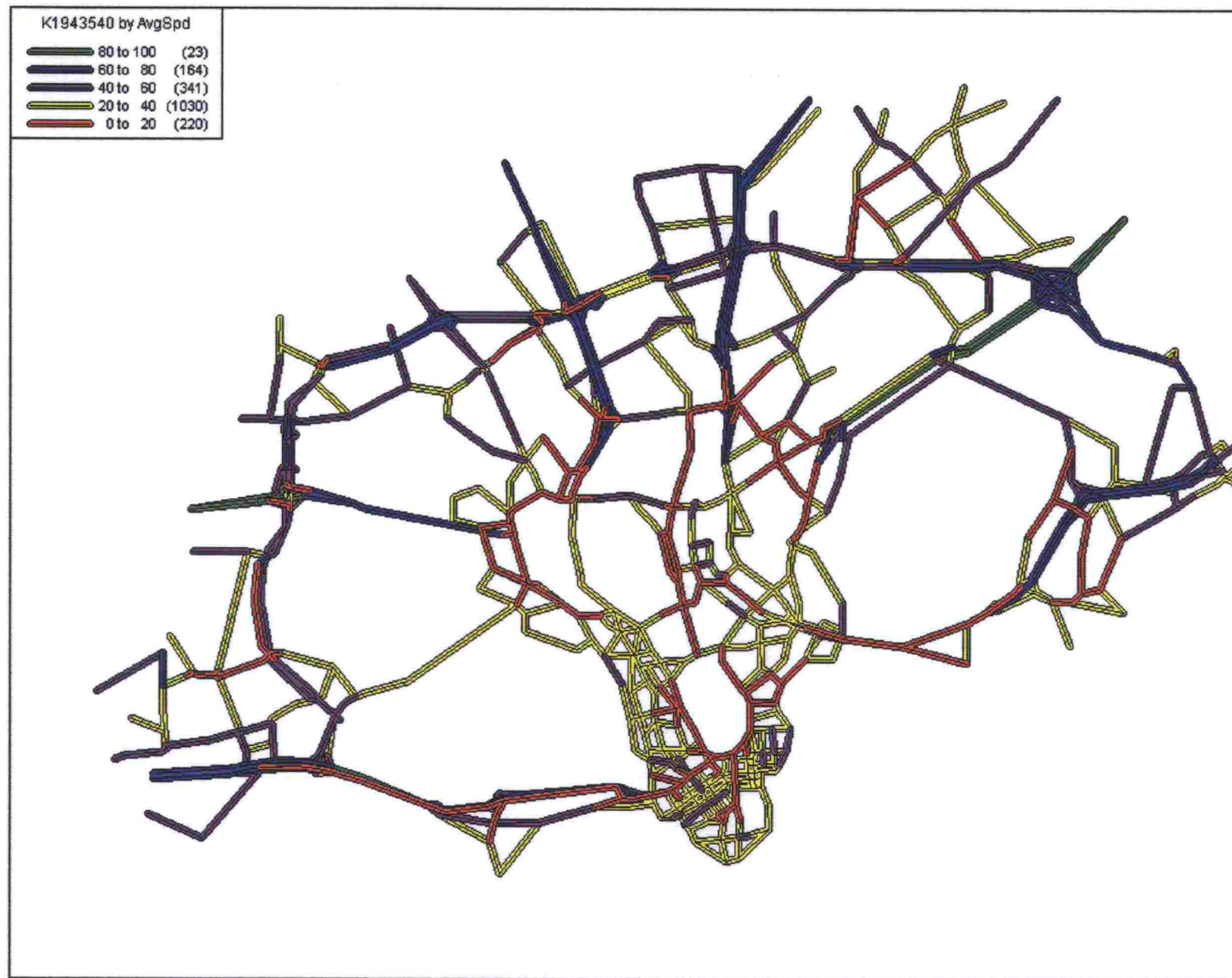
Kuva 4. v. 1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 15-20 min



Kuva 5. v. 1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 25-30 min



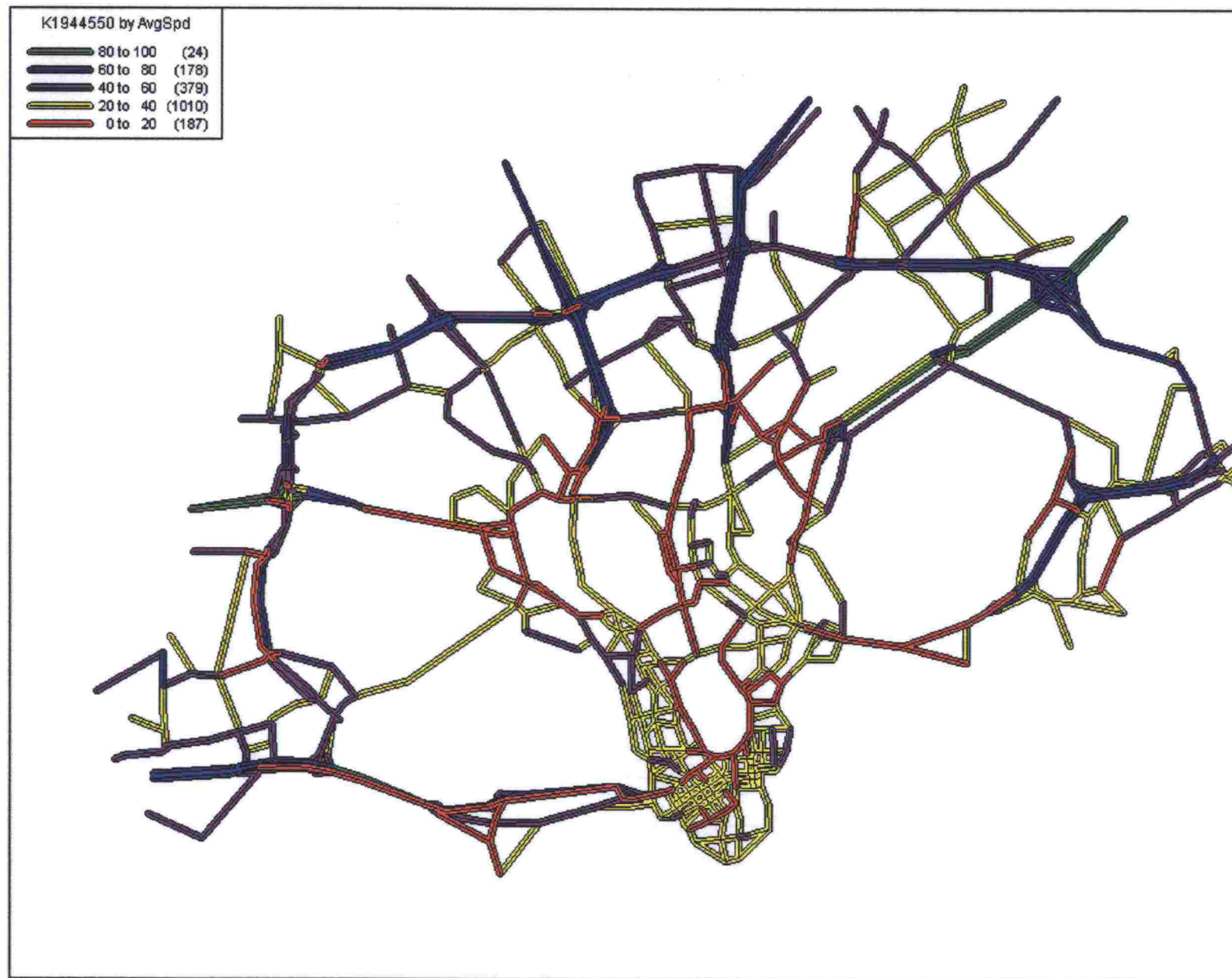
Kuva 6. v. 1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 25-30 min



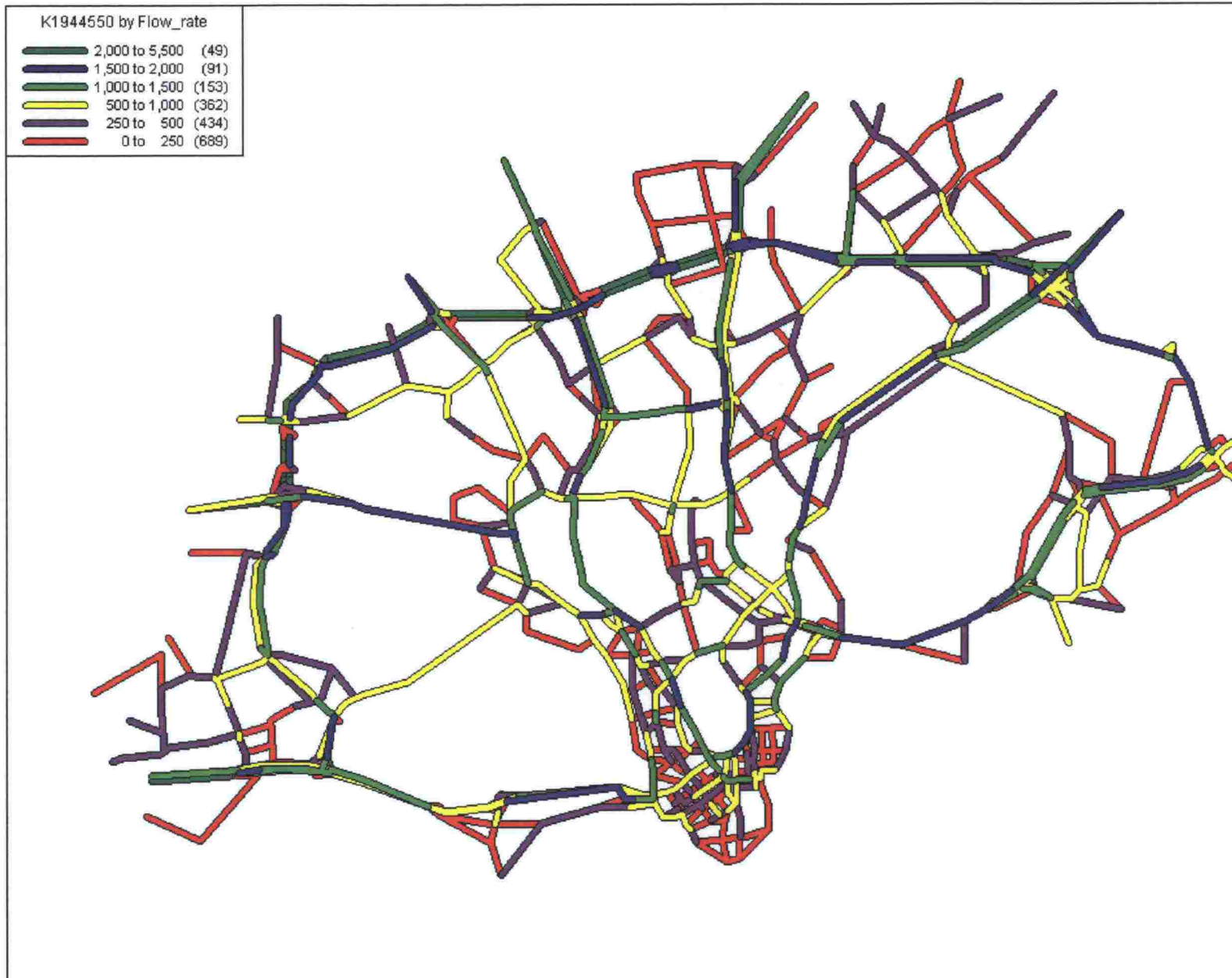
Kuva 7. v. 1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 35-40 min



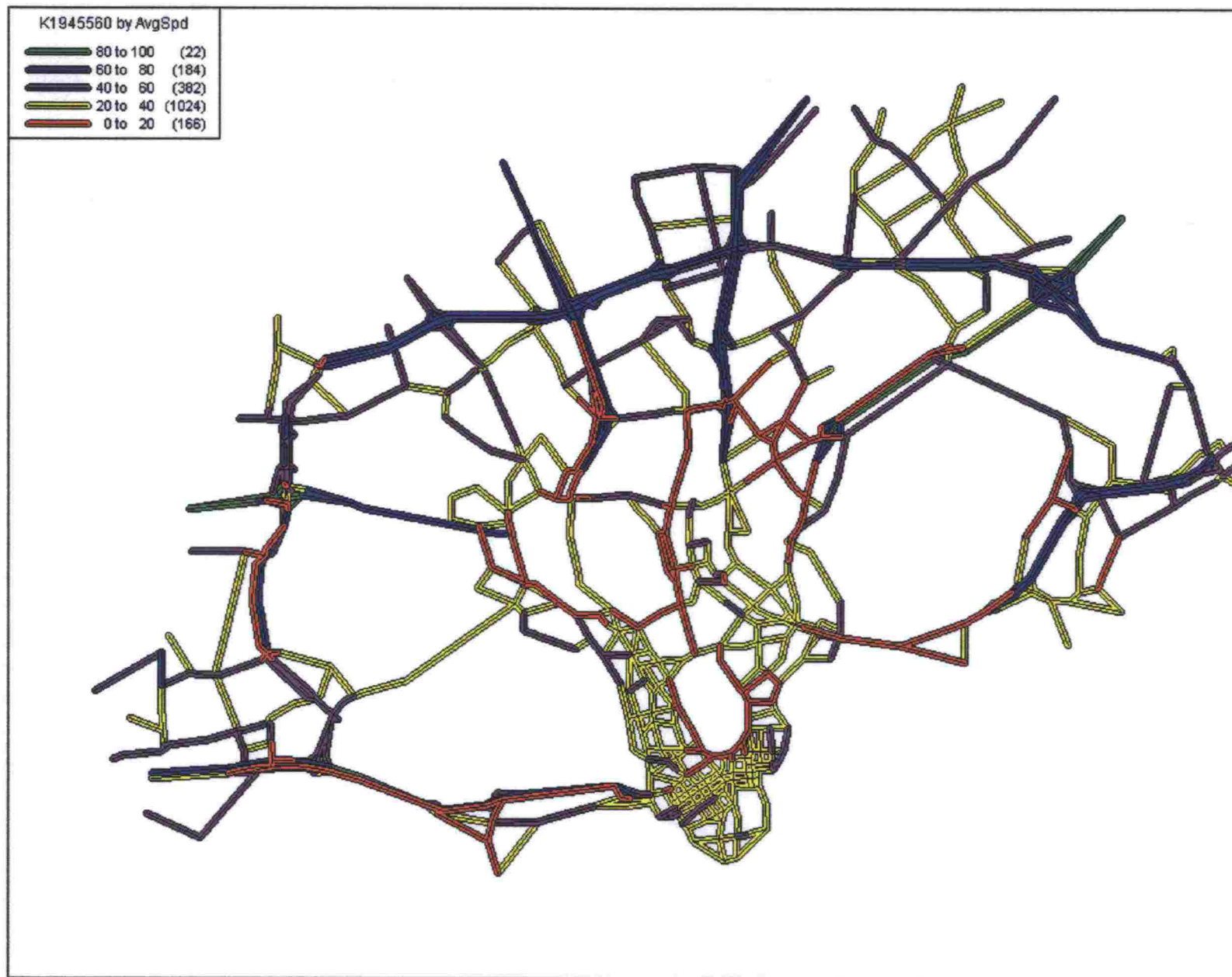
Kuva 8. v. 1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 35-40 min



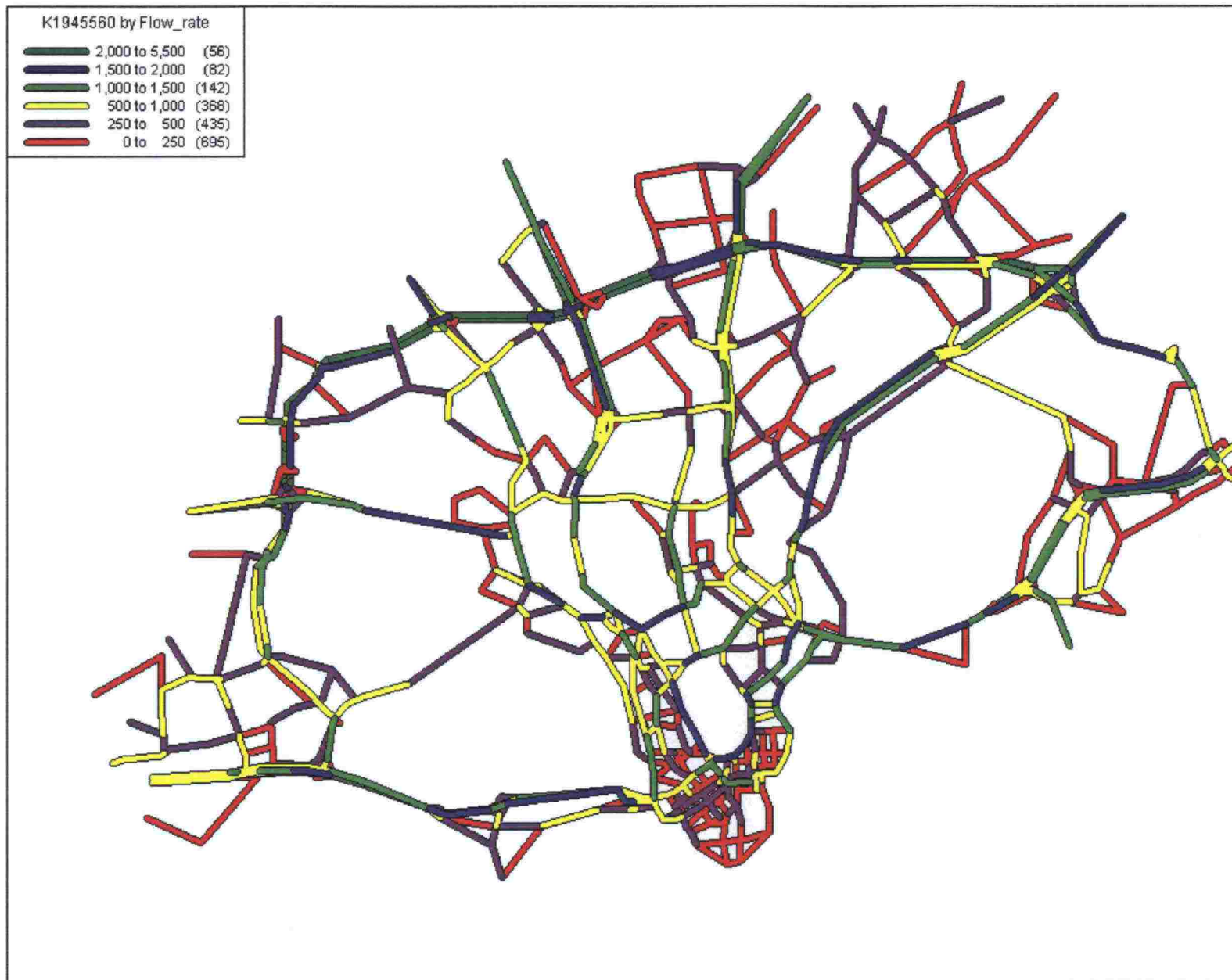
Kuva 9. v. 1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 45-50 min



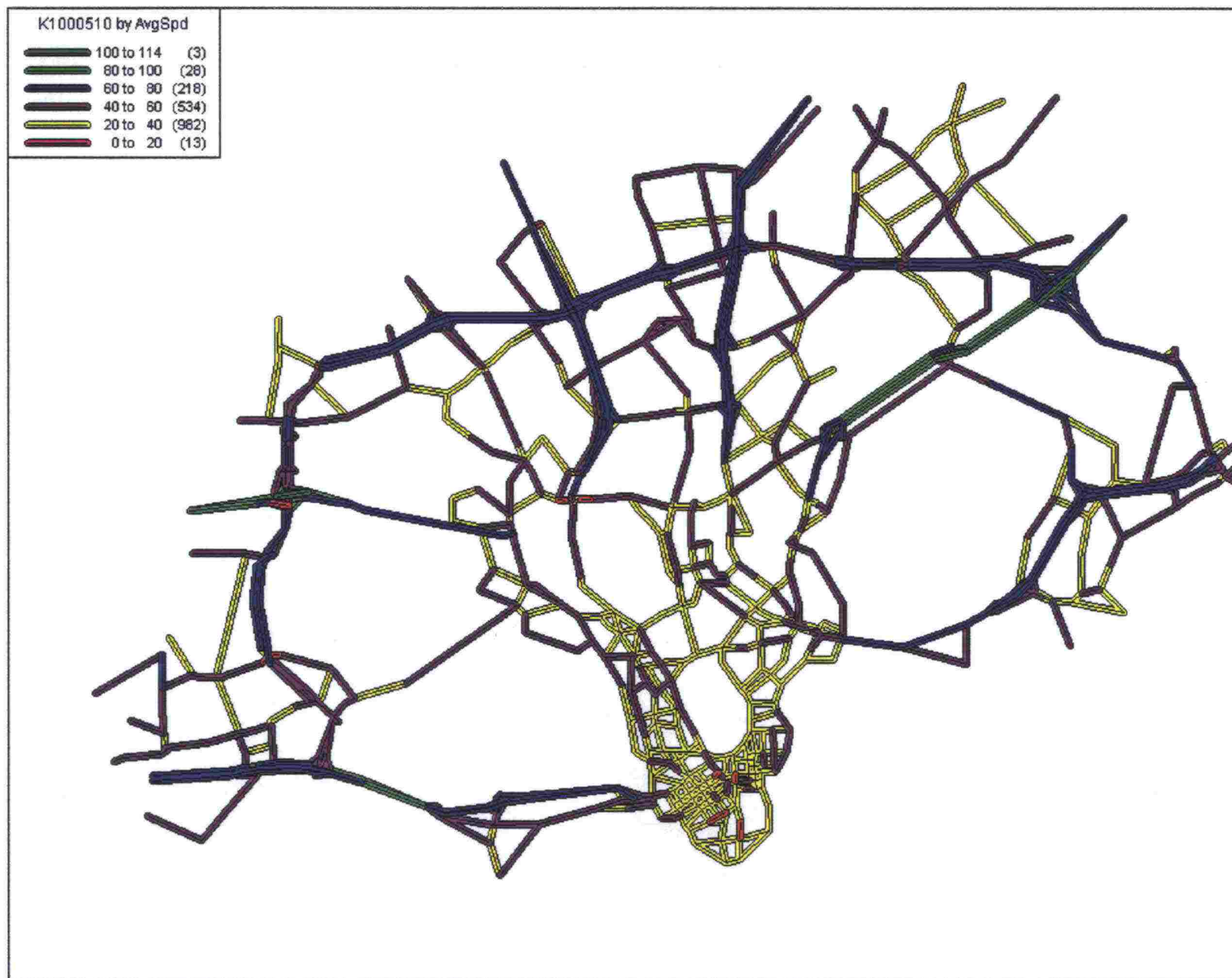
Kuva 10. v. 1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 45-50 min



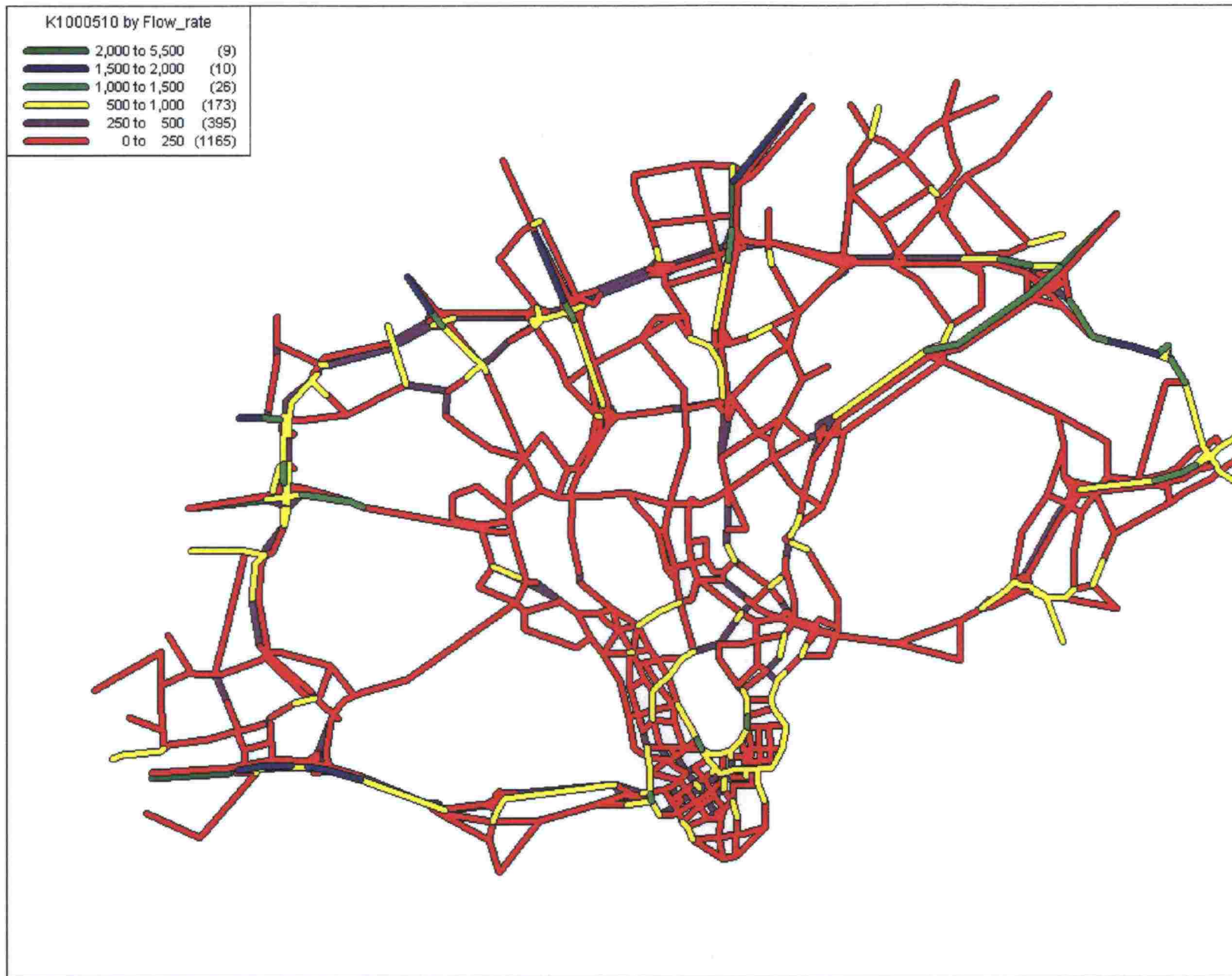
Kuva 11. v. 1994, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 55-60 min.



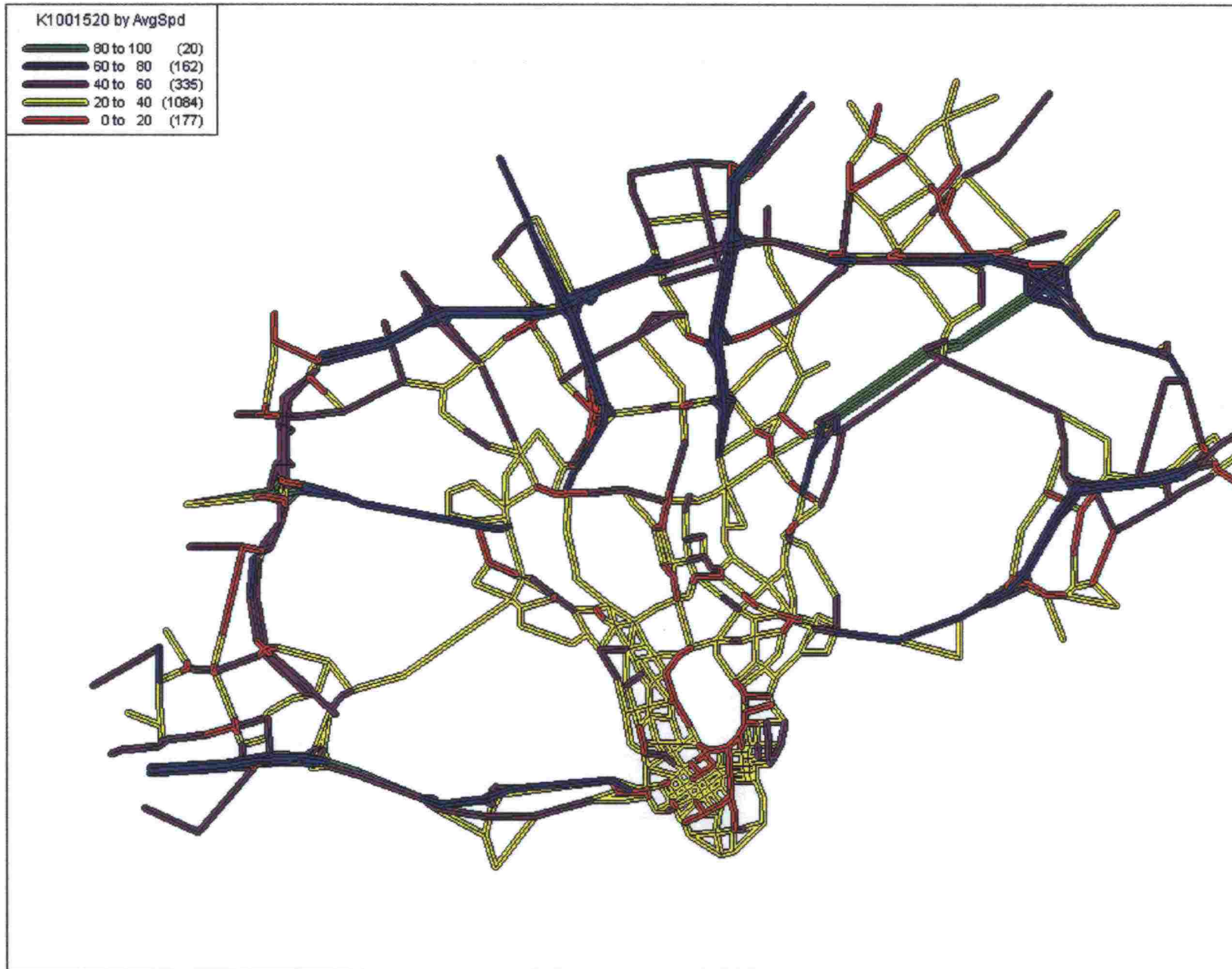
Kuva 12. v. 1994, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 55-60 min.



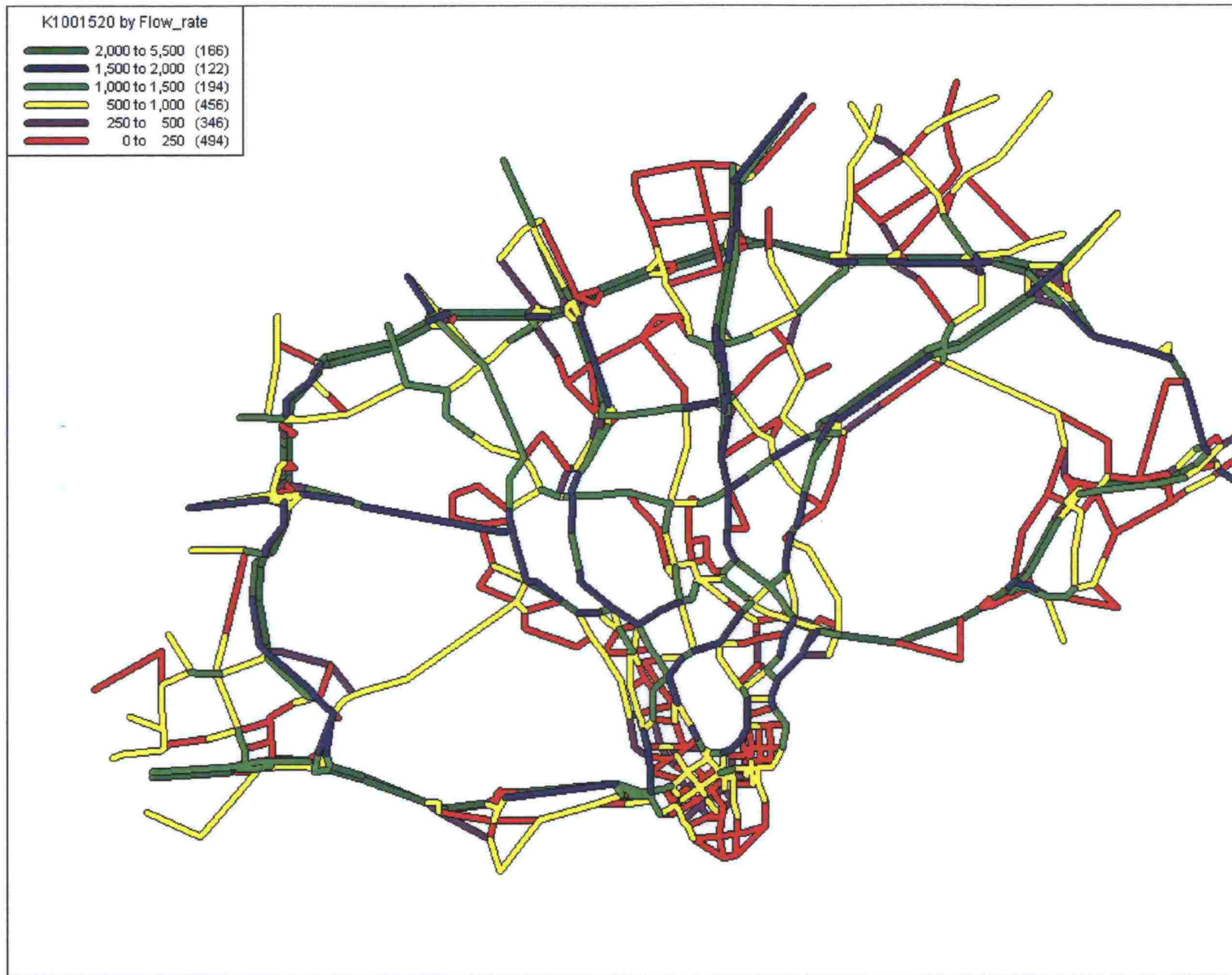
Kuva 13. v. 2000 perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 5-10 min



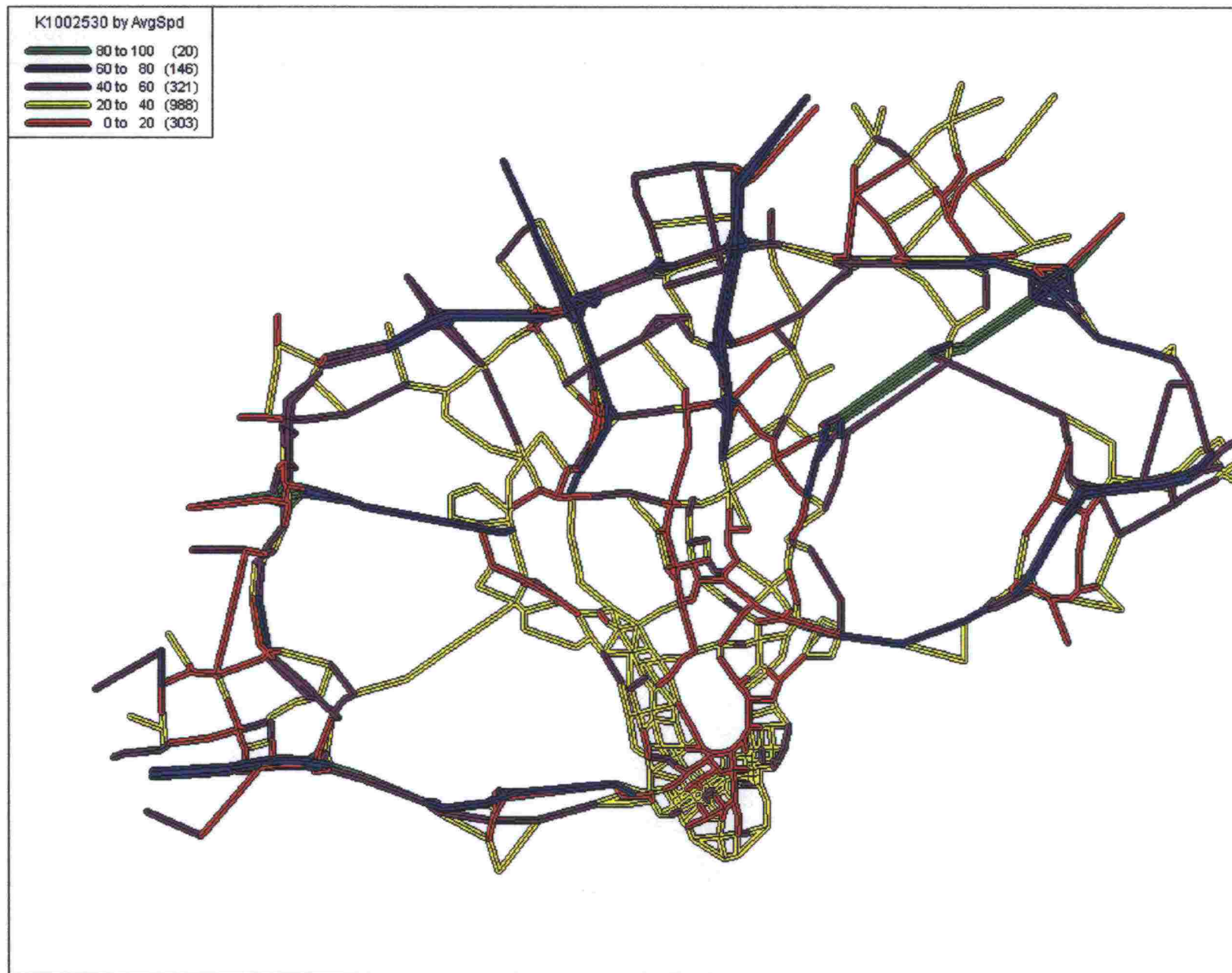
Kuva 14. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 5-10 min.



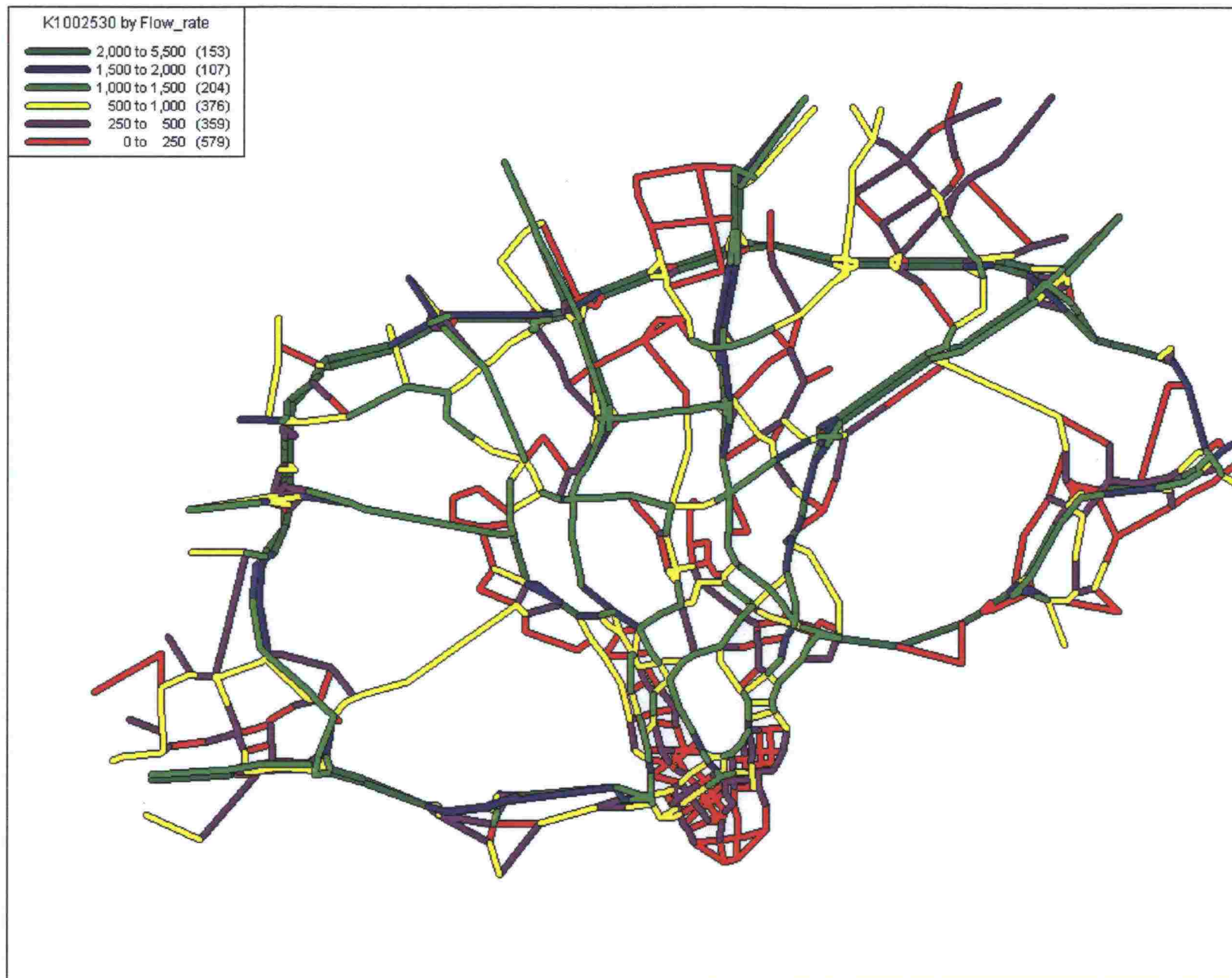
Kuva 15. v. 2000, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 15-20 min.



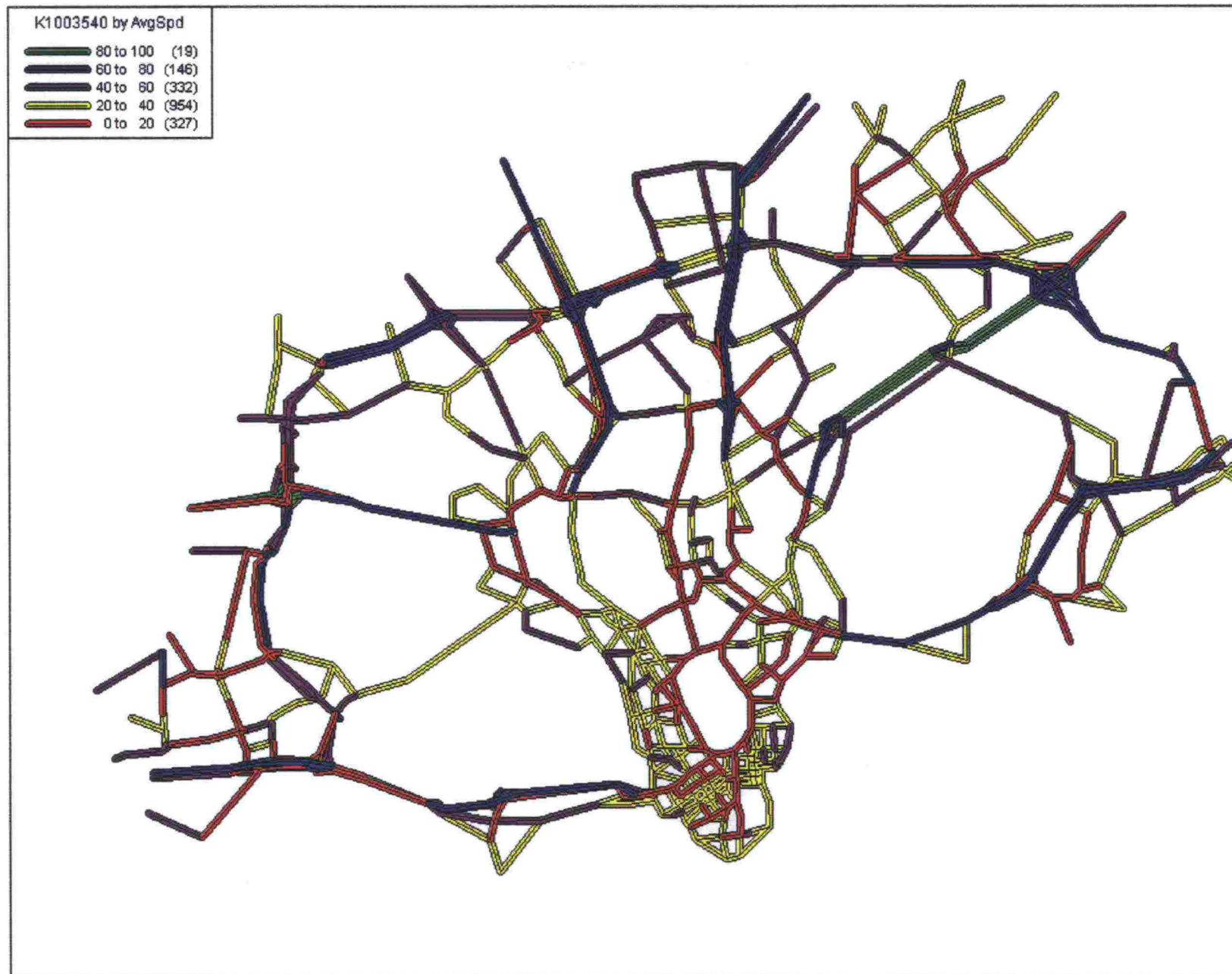
Kuva 16. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 15-20 min.



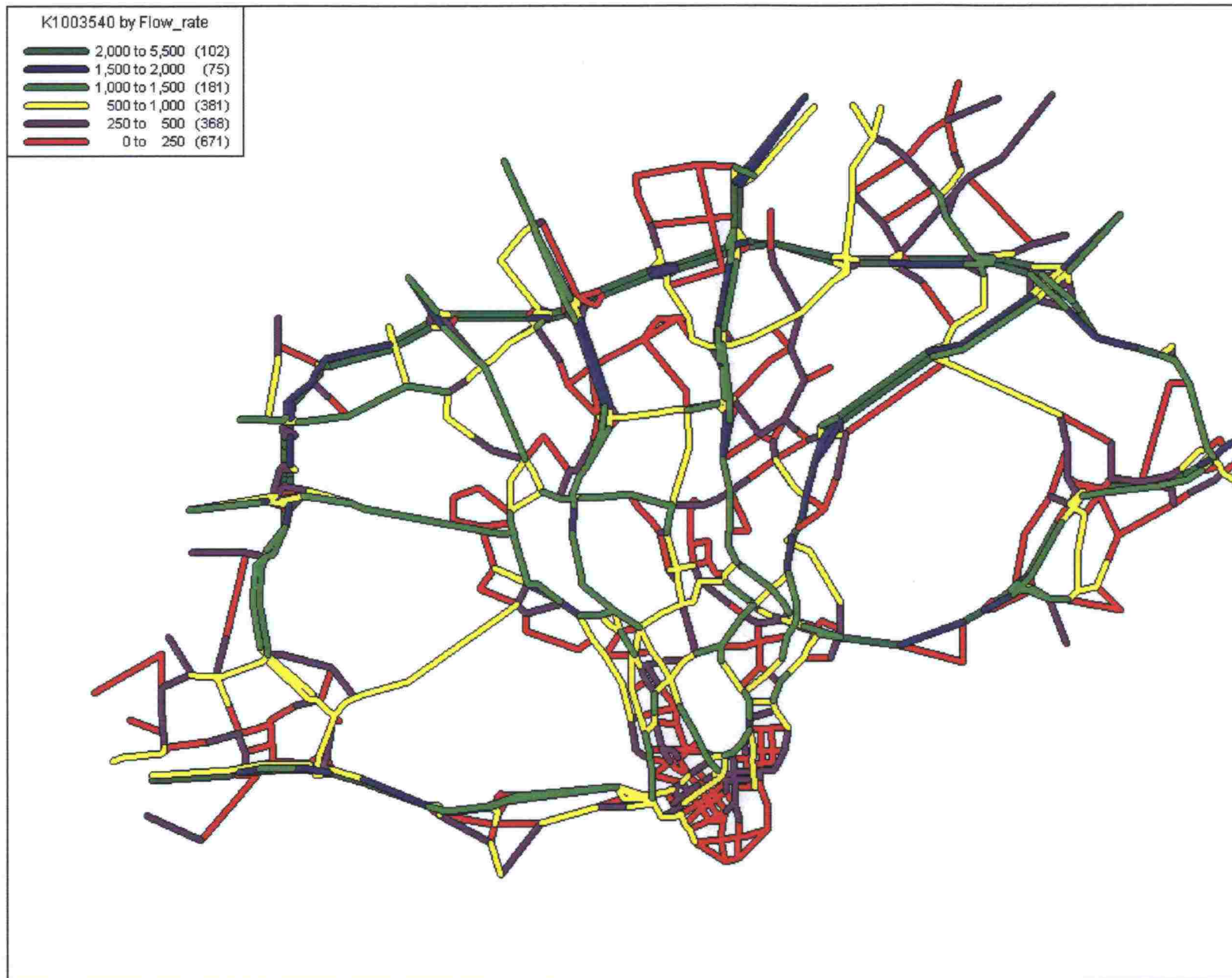
Kuva 17. v. 2000, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 25-30 min.



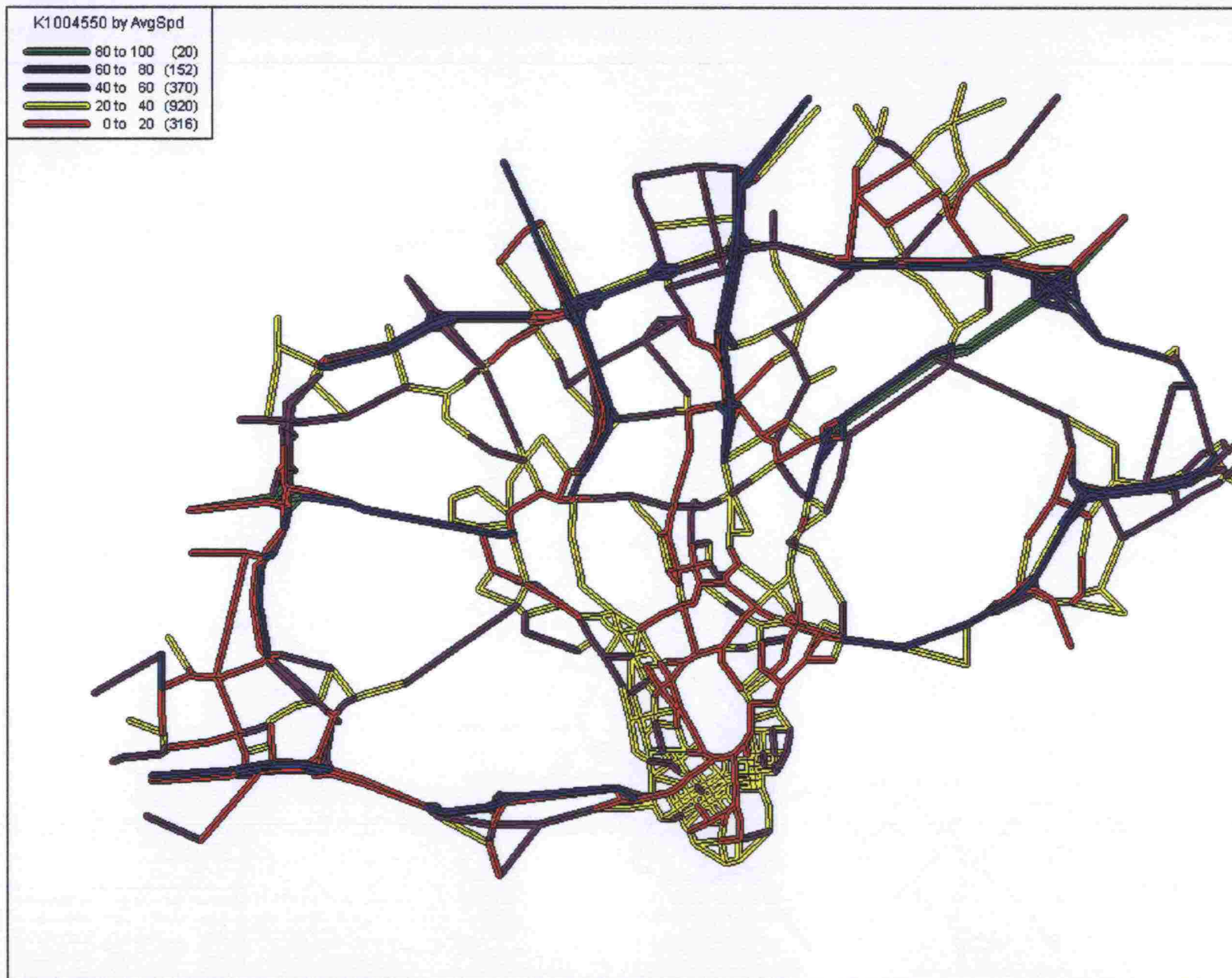
Kuva 18. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 25-30 min.



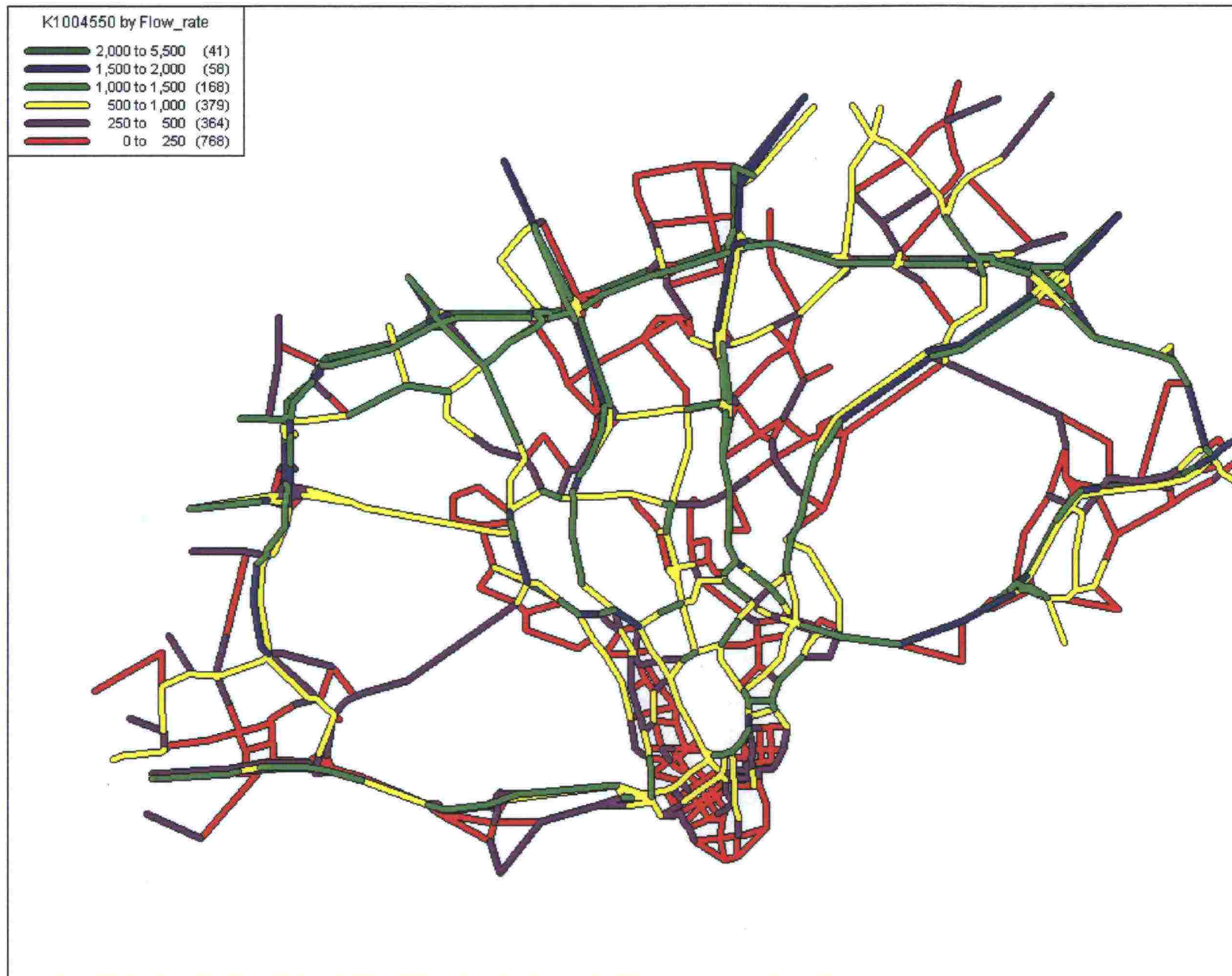
Kuva 19. v. 2000, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 35-40 min.



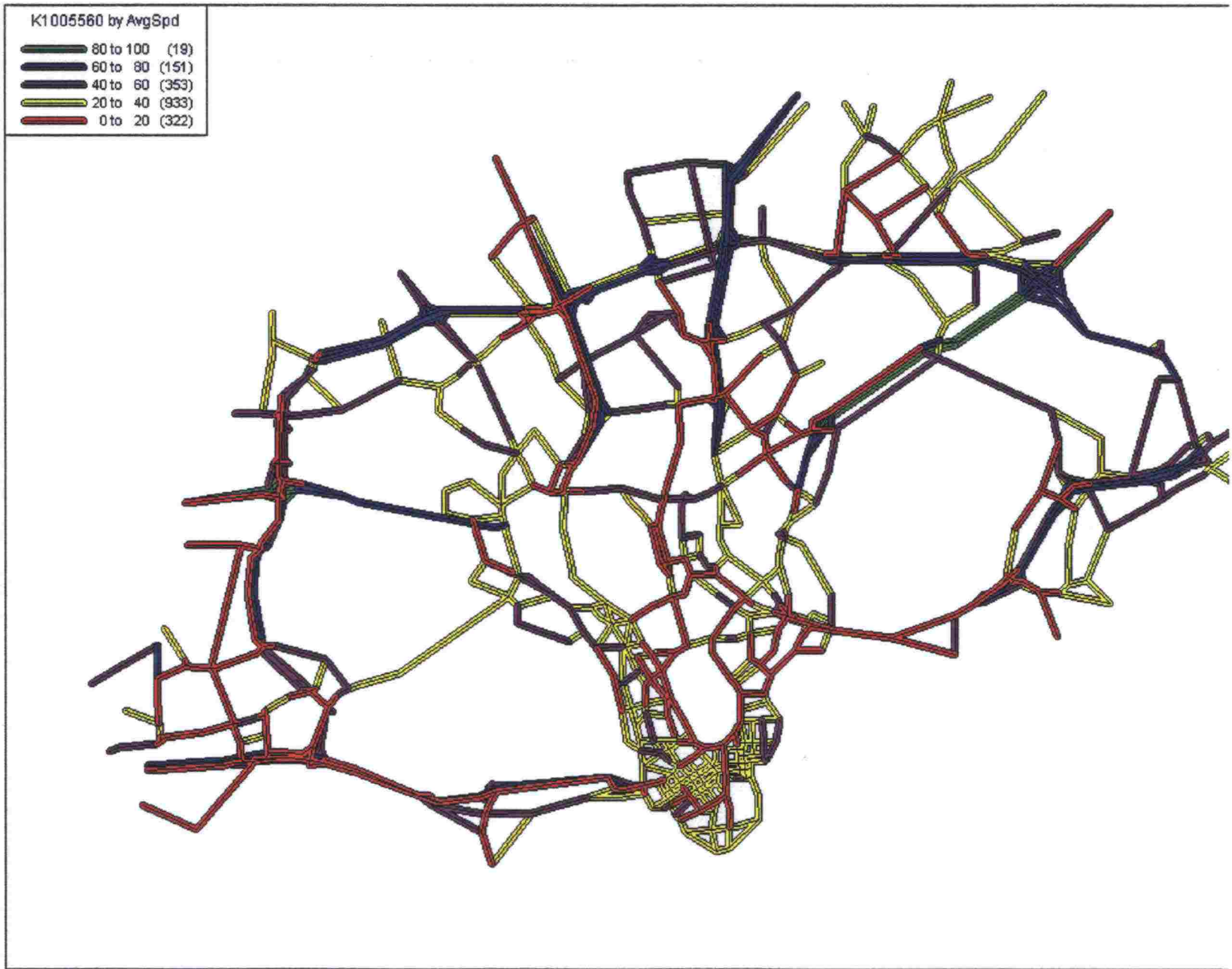
Kuva 20. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 35-40 min.



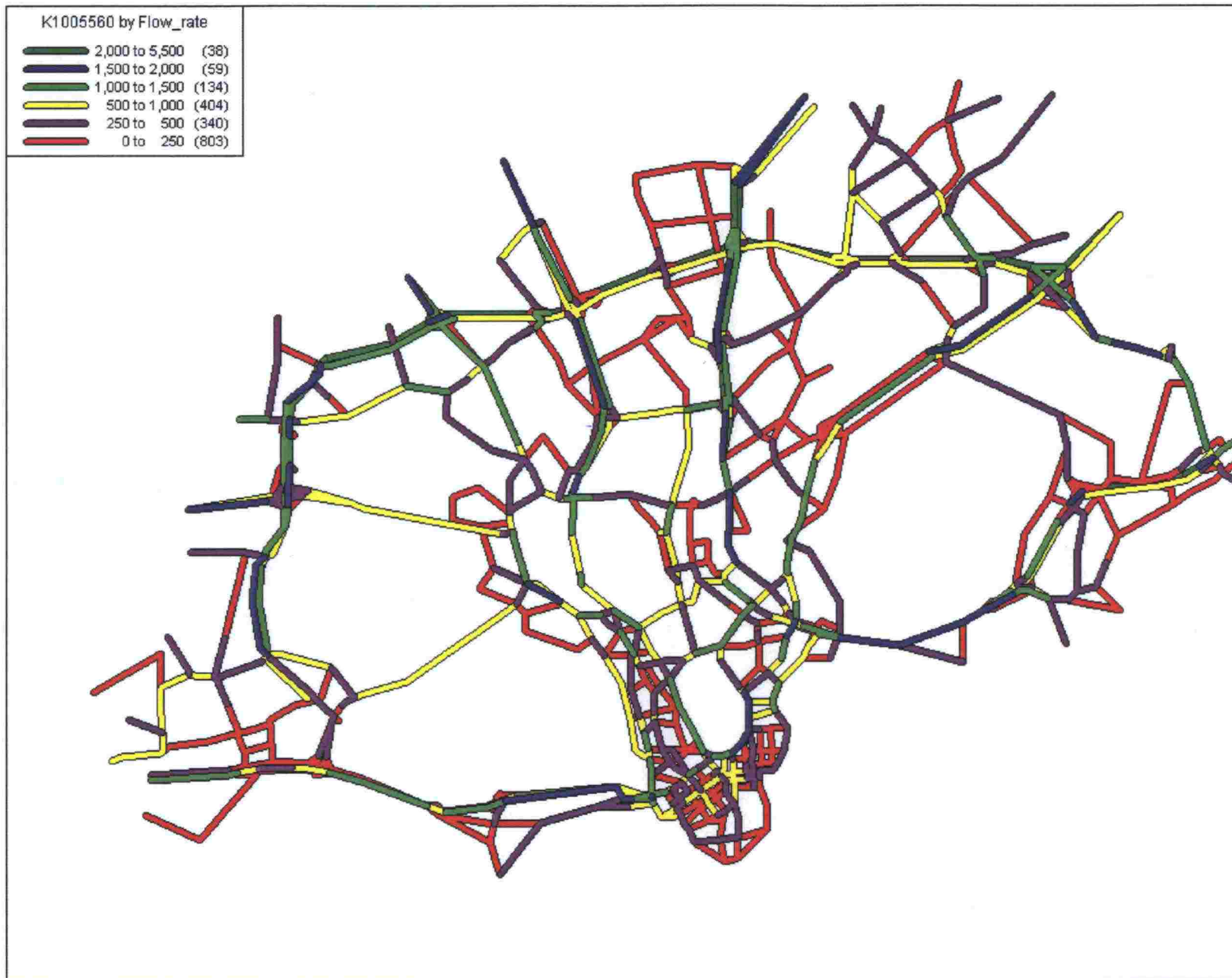
Kuva 21. v. 2000, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 45-50 min.



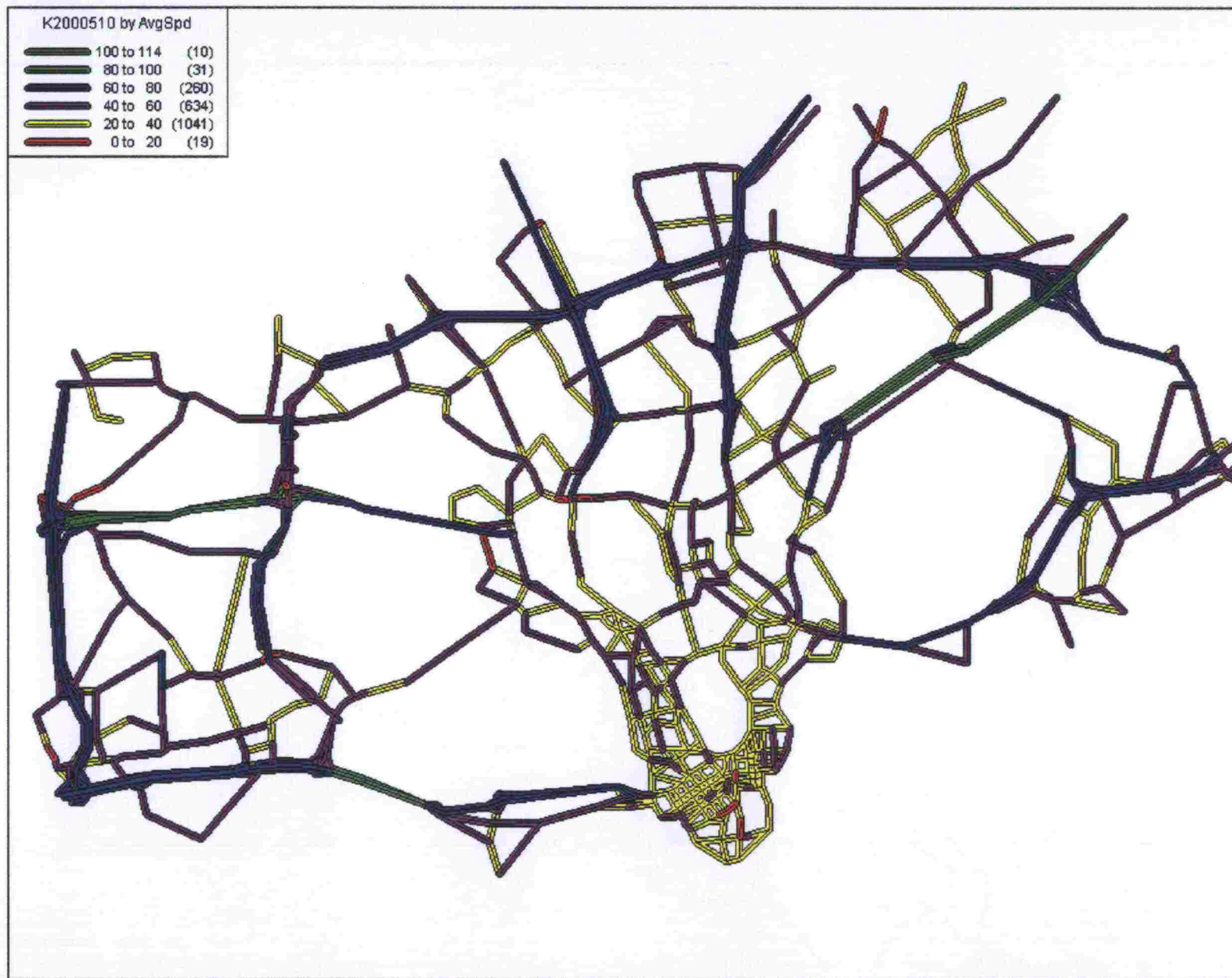
Kuva 22. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 45-50 min.



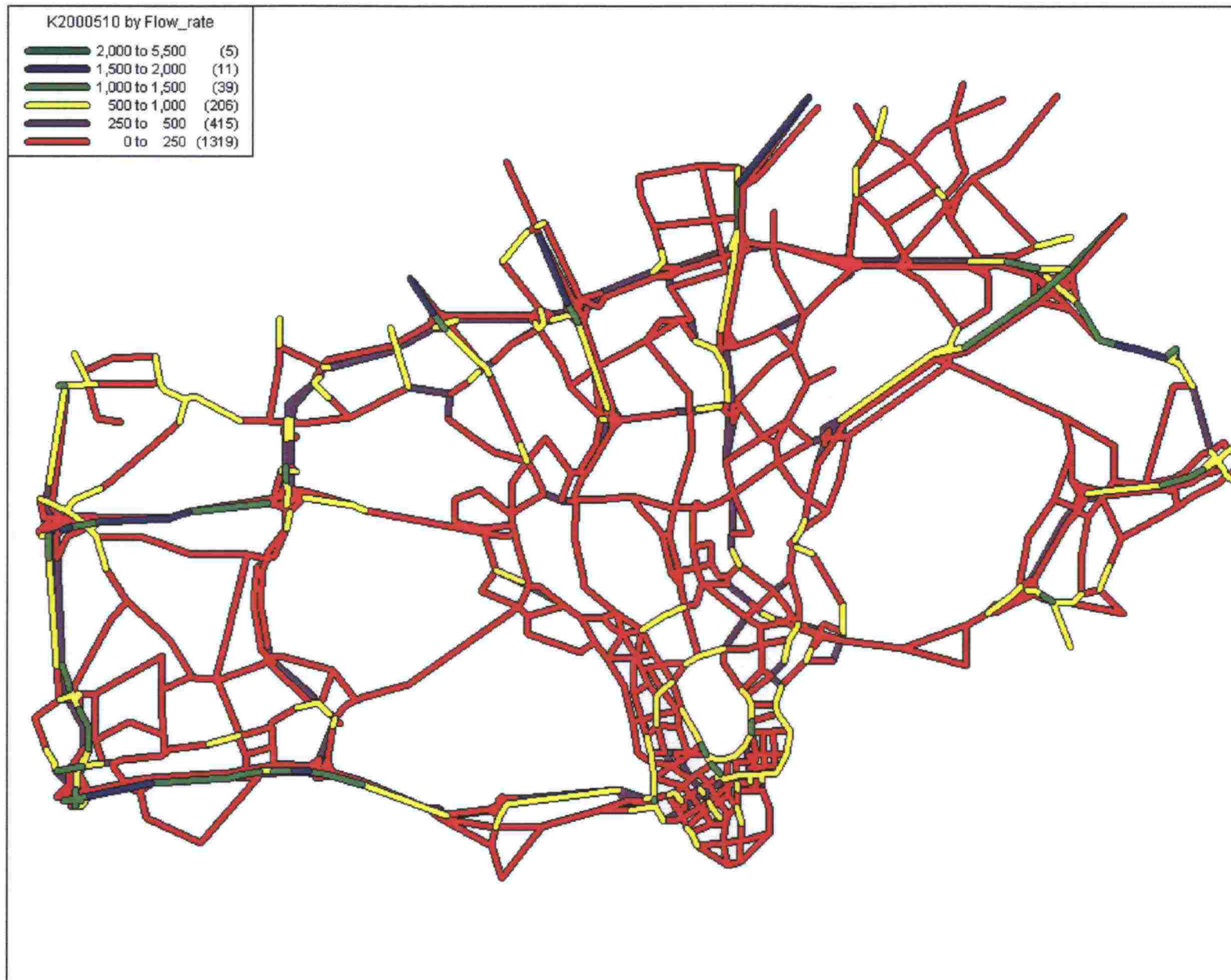
Kuva 23. v. 2000, perusverkko, nopeusluokat, aikajakso 55-60 min.



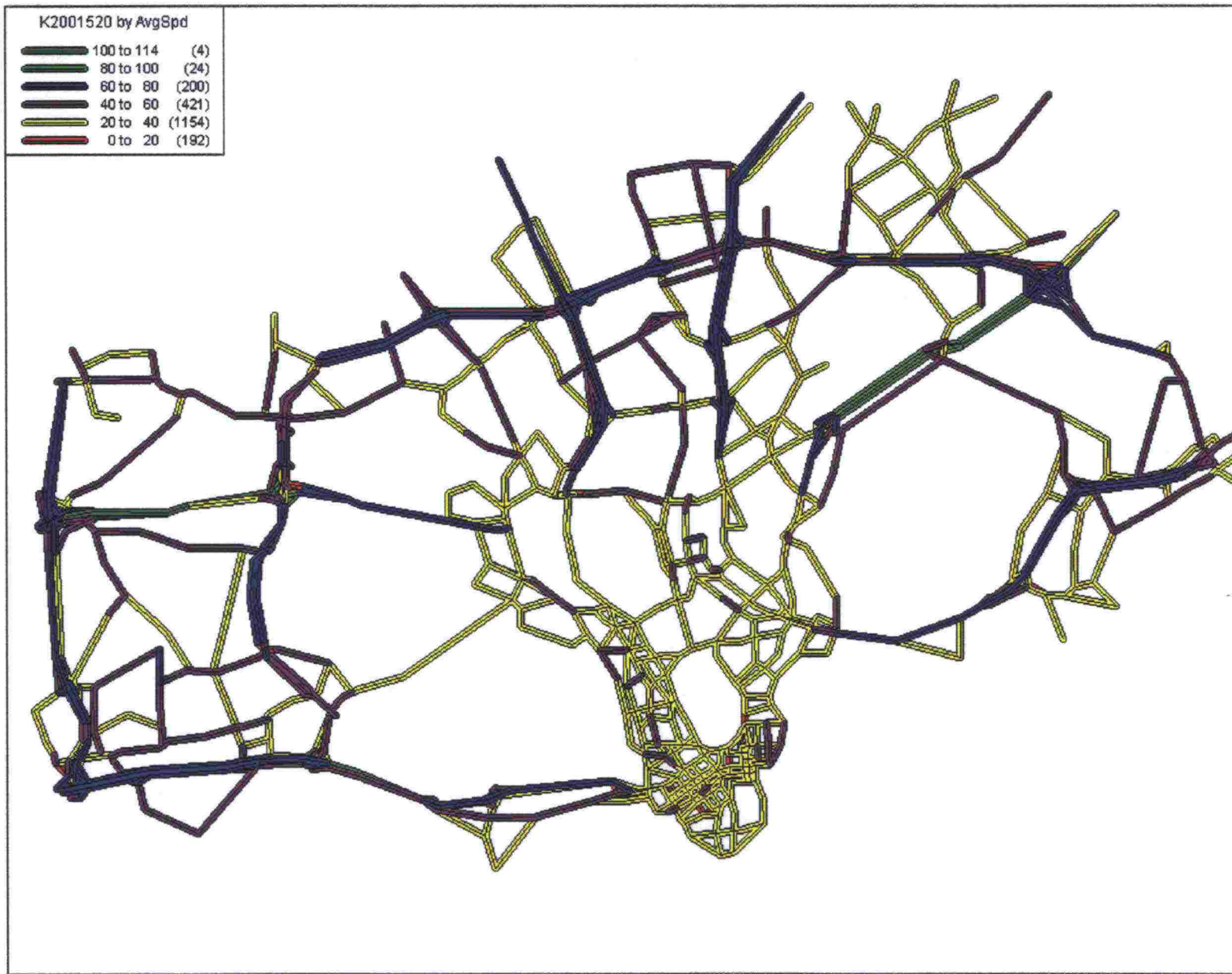
Kuva 24. v. 2000, perusverkko, liikennemääräluokat, aikajakso 55-60 min.



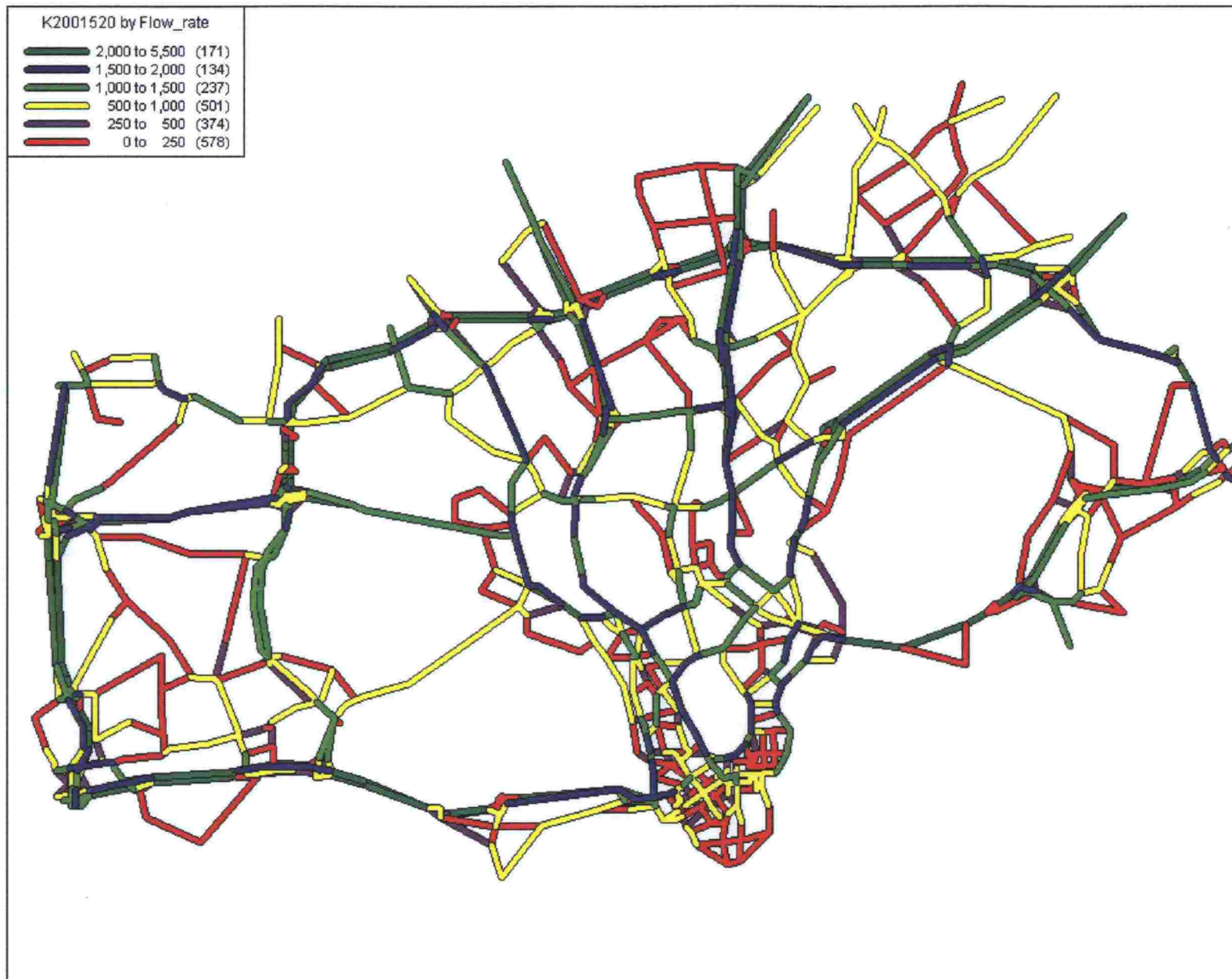
Kuva 25. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 5-10 min.



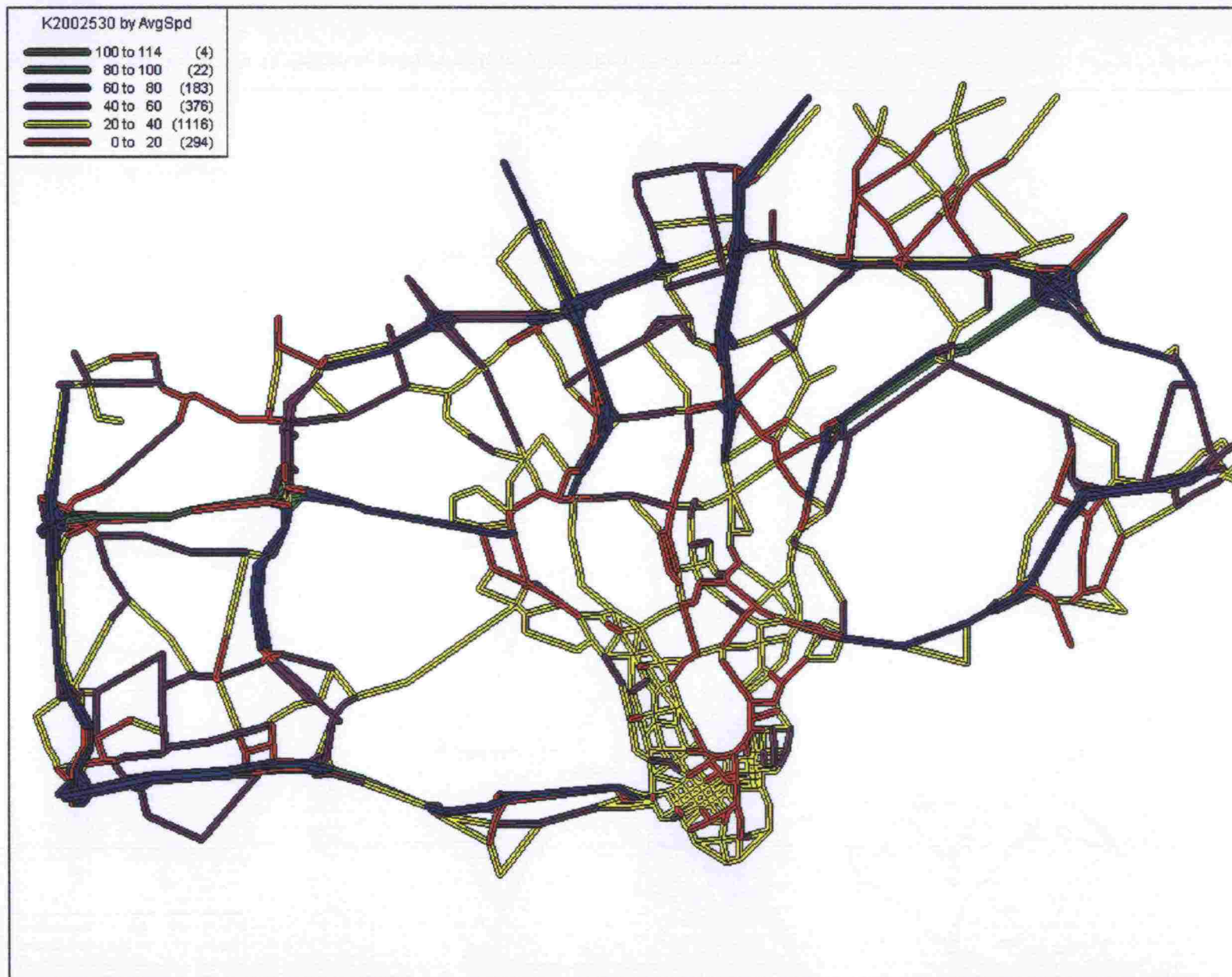
Kuva 26. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 5-10 min.



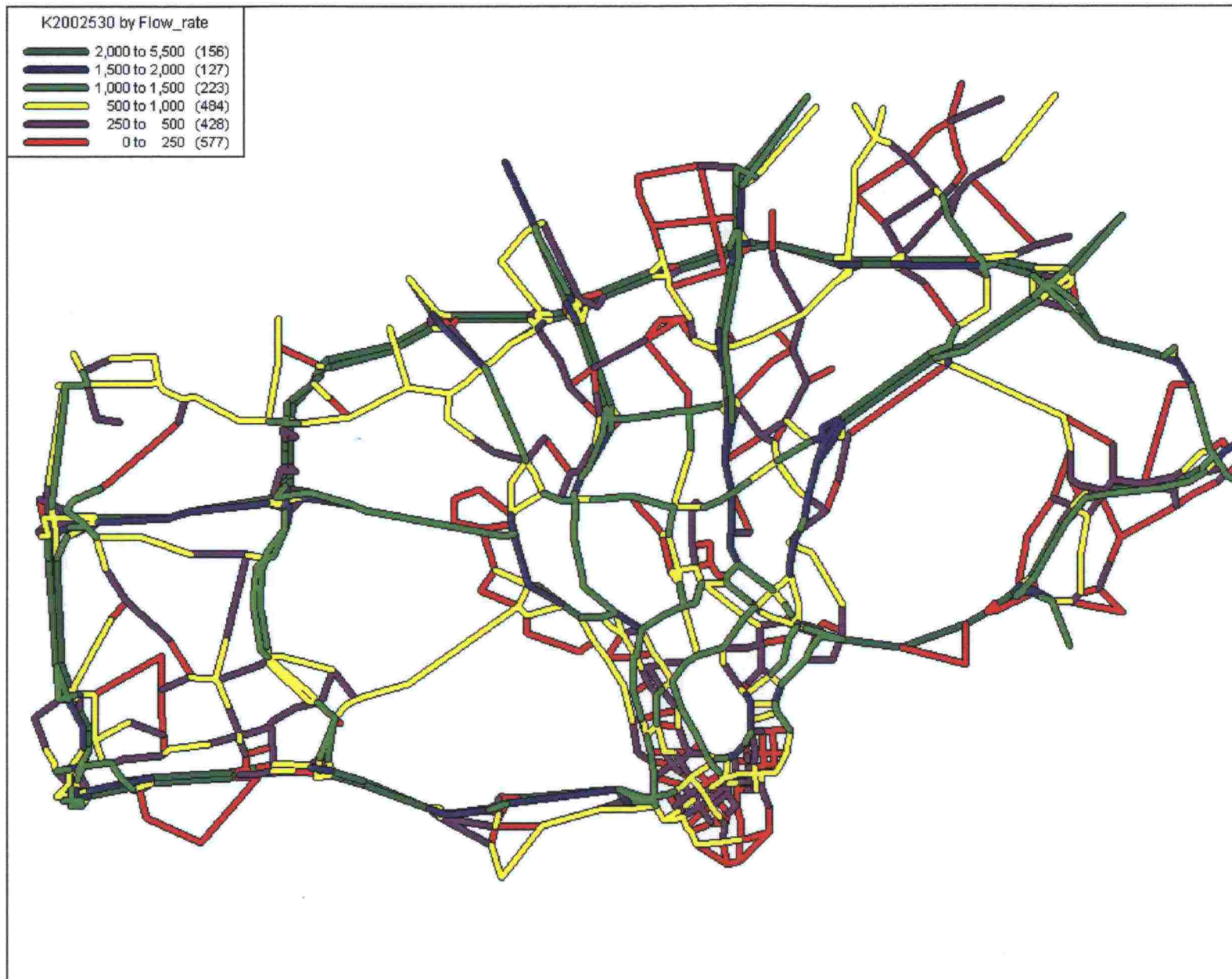
Kuva 27. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 15-20 min.



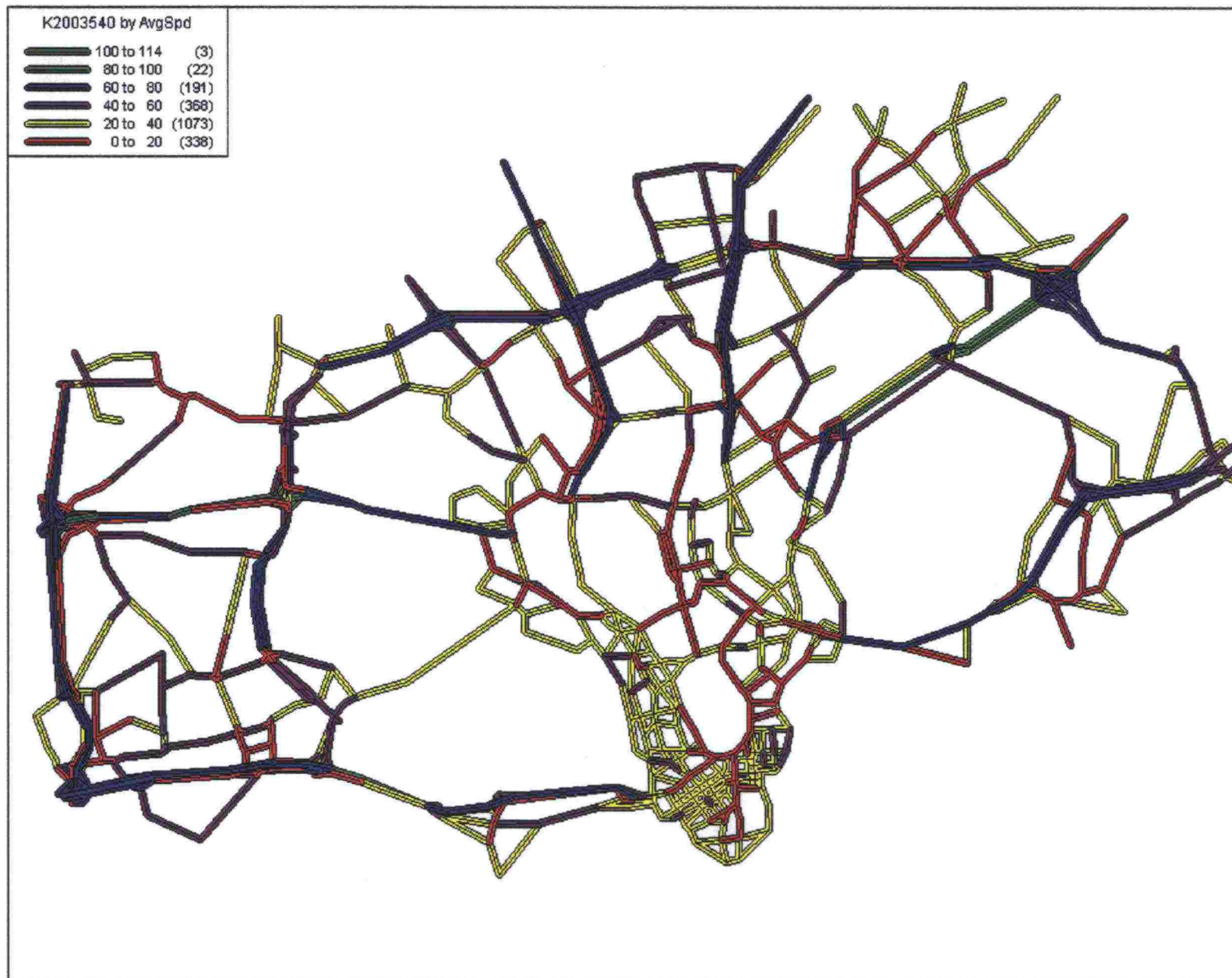
Kuva 28. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 15-20 min.



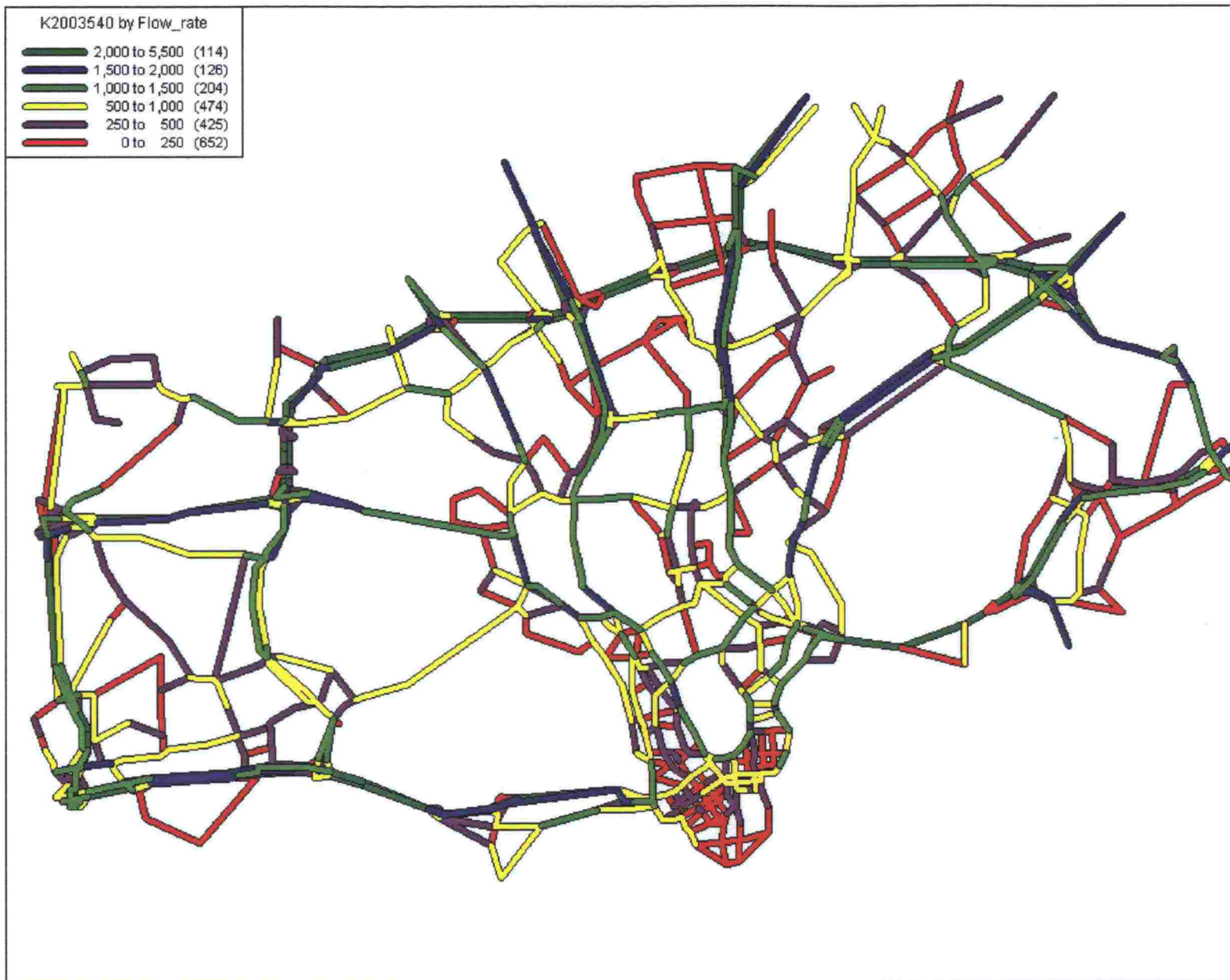
Kuva 29. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 25-30 min.



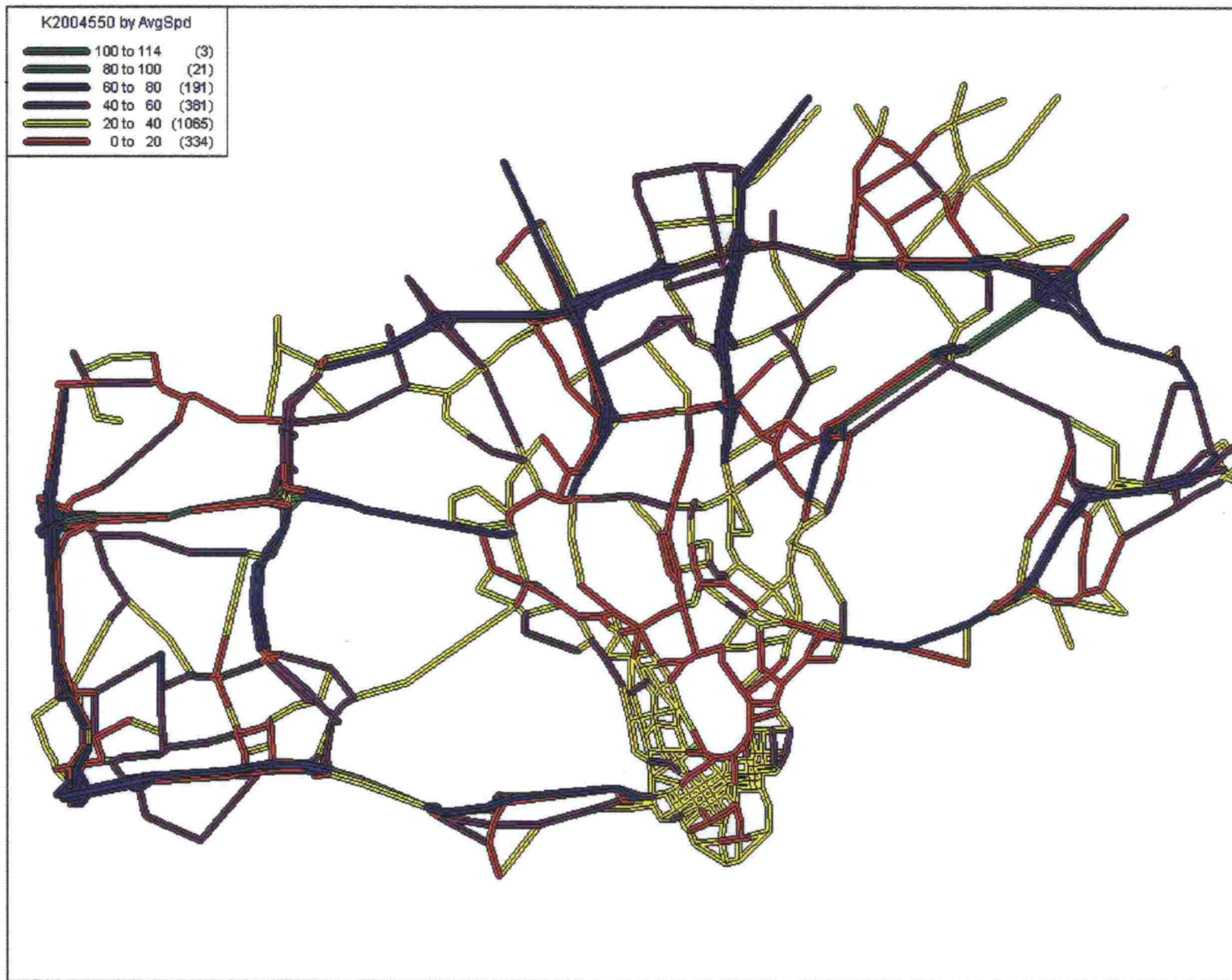
Kuva 30. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 25-30 min.



Kuva 31. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 35-40 min.



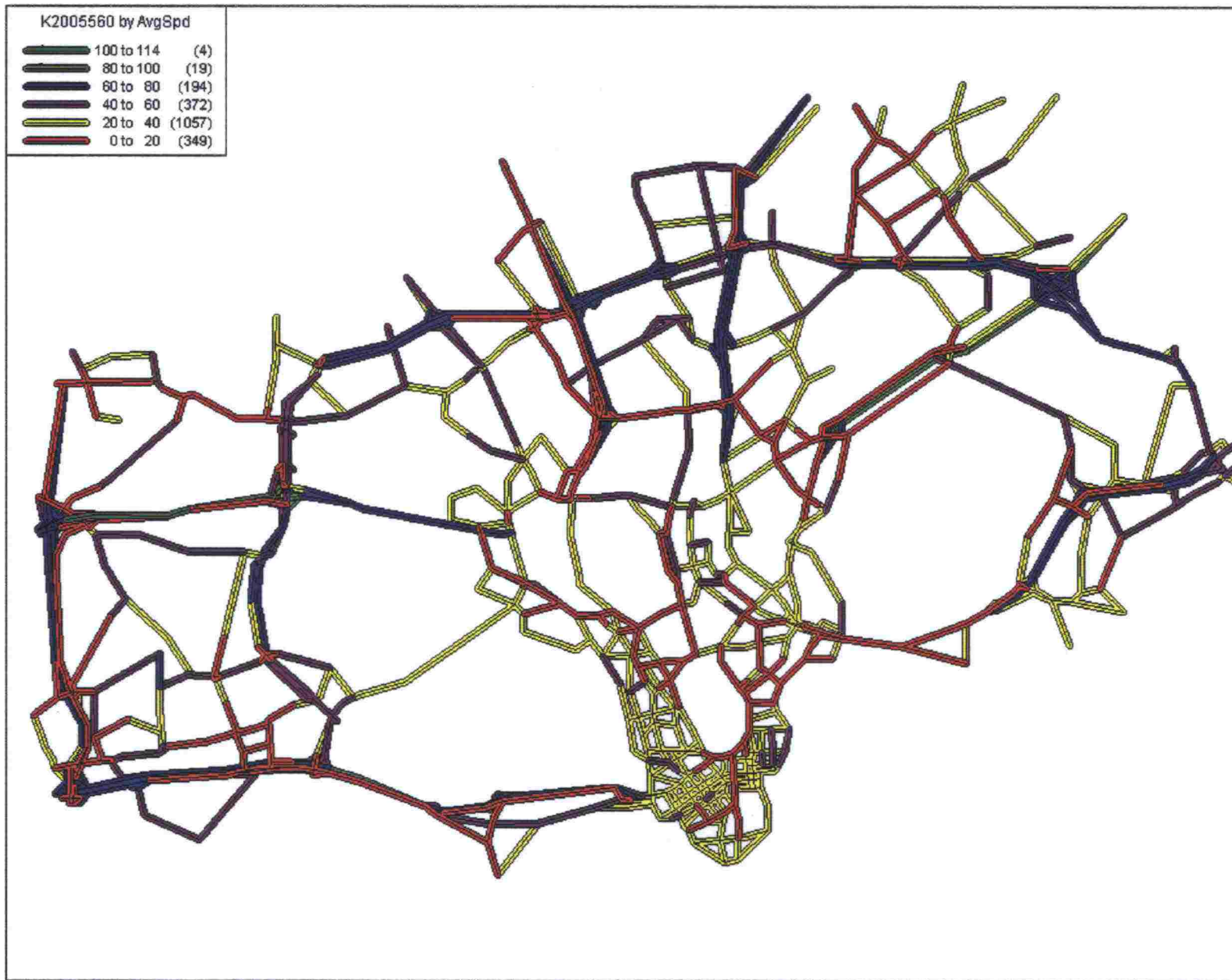
Kuva 32. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 35-40 min.



Kuva 33. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 45-50 min.



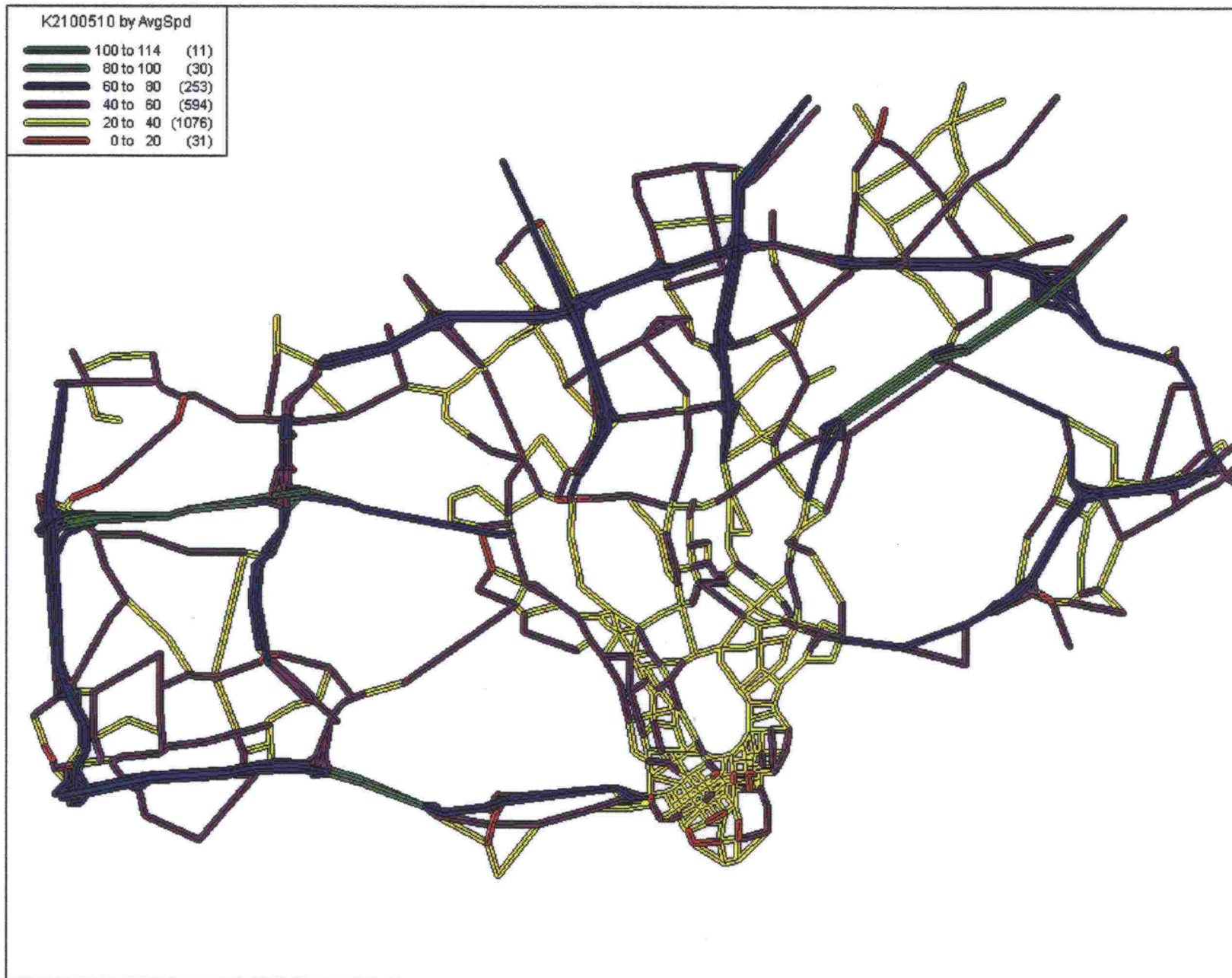
Kuva 34. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 45-50 min.



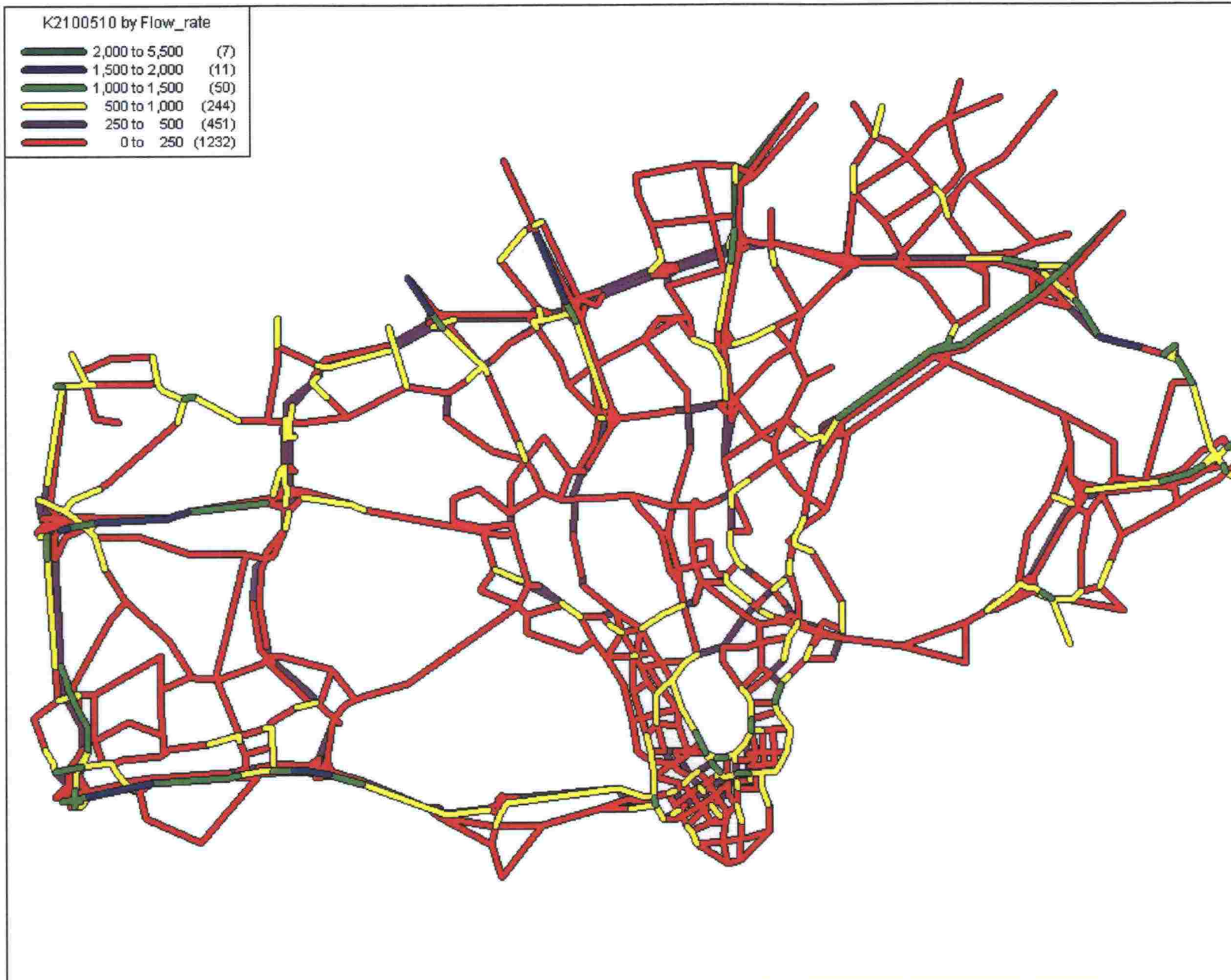
Kuva 35. v. 2000, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 55-60 min.



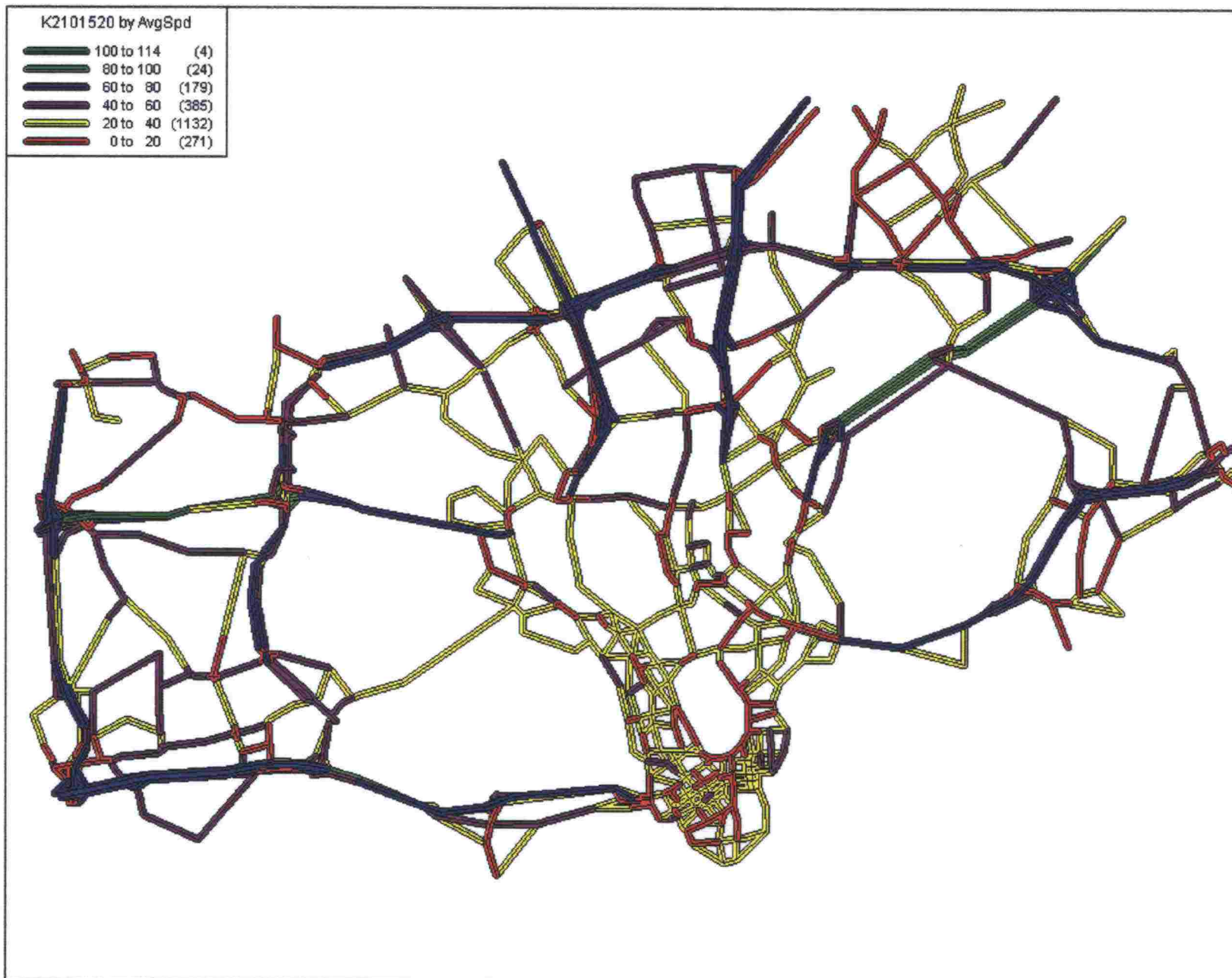
Kuva 36. v. 2000, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 55-60 min.



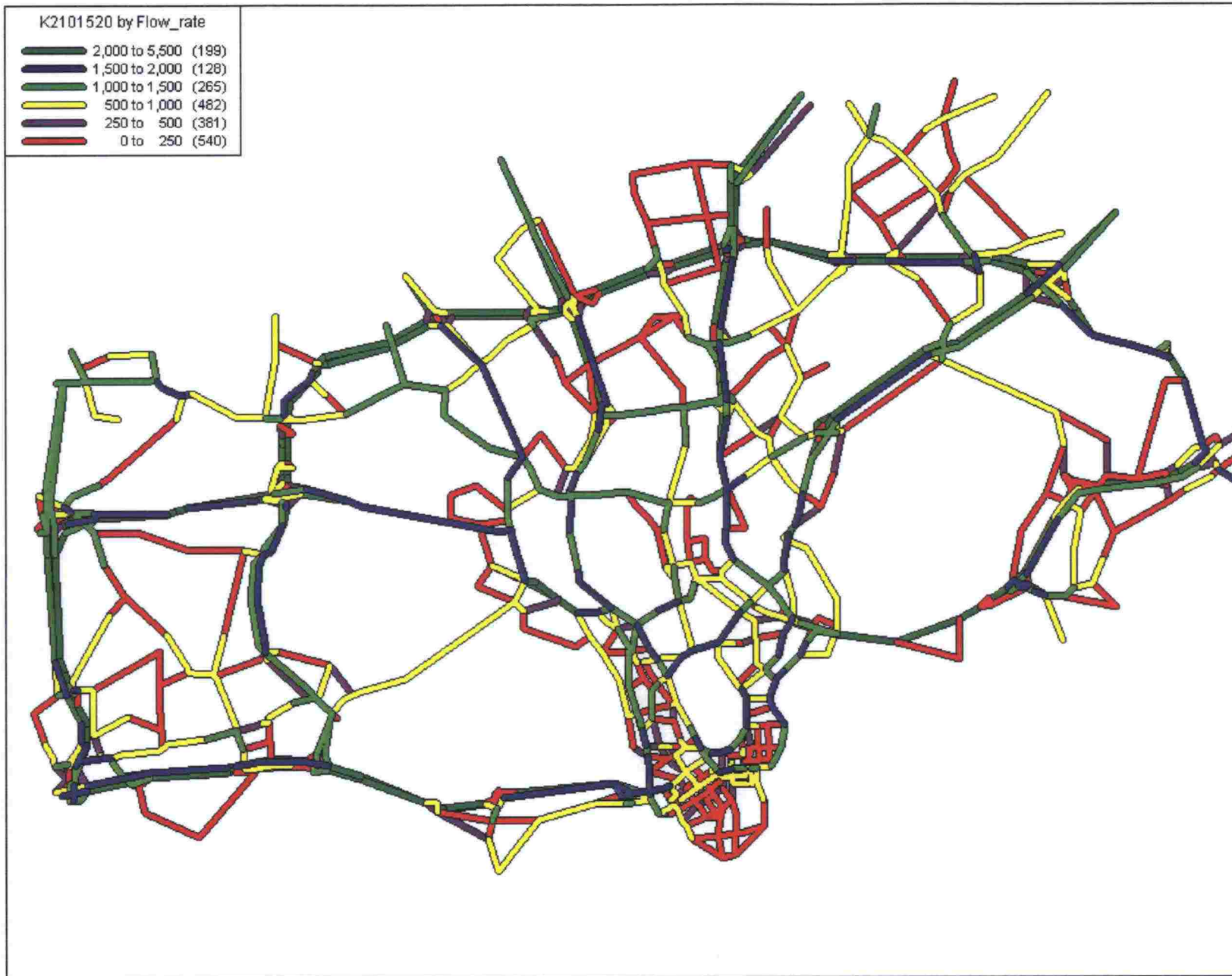
Kuva 37. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 5-10 min.



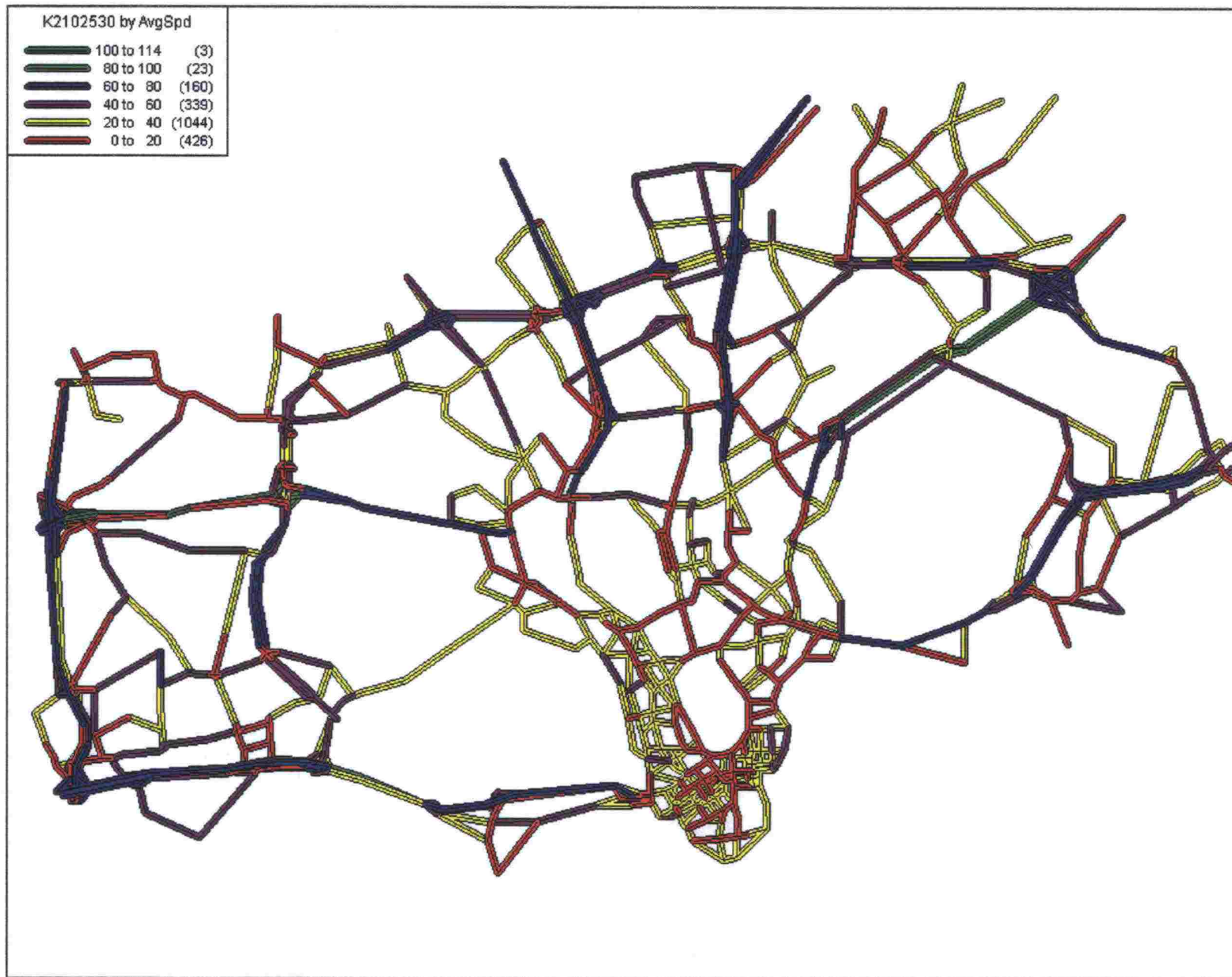
Kuva 38. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 5-10 min.



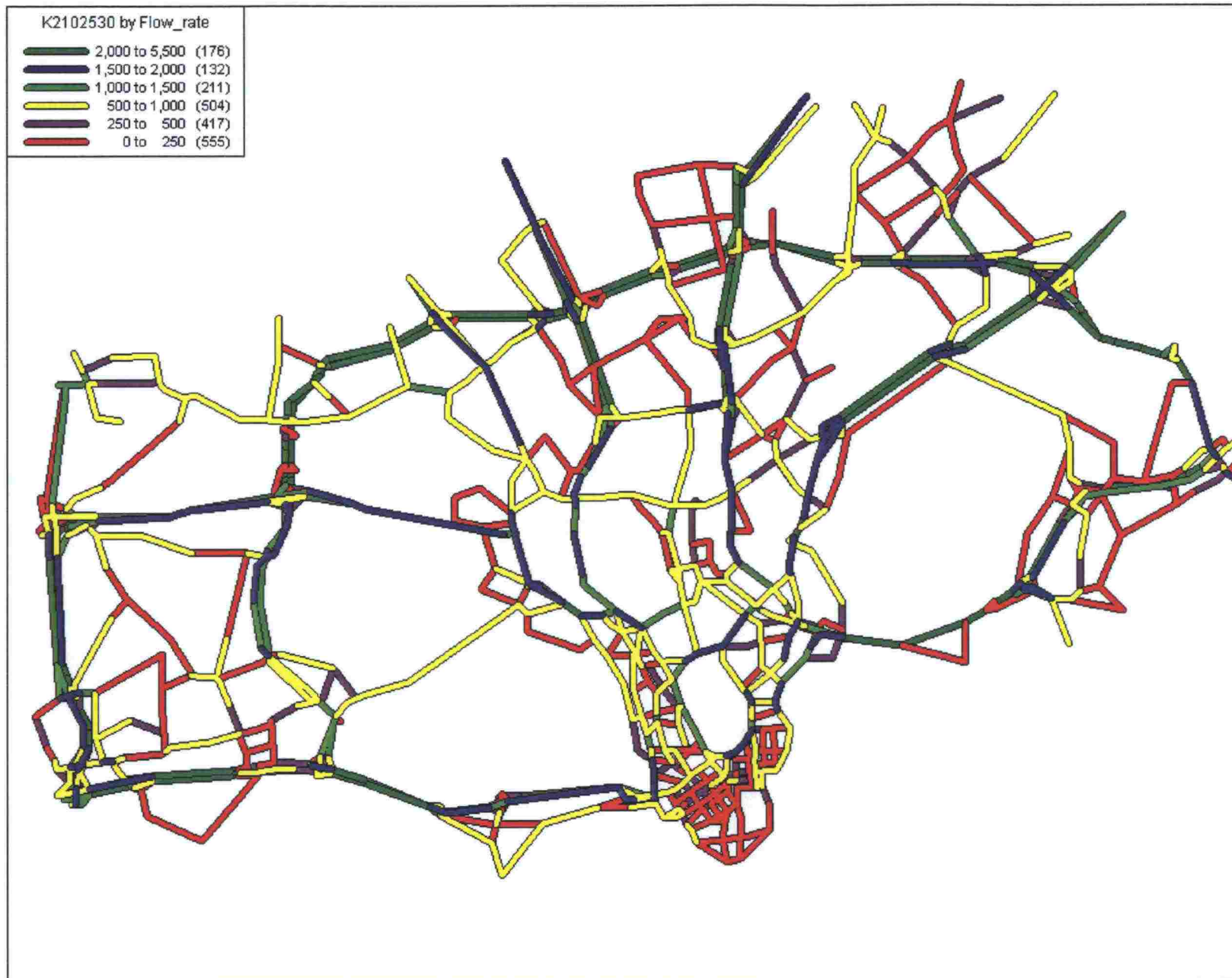
Kuva 39. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 15-20 min.



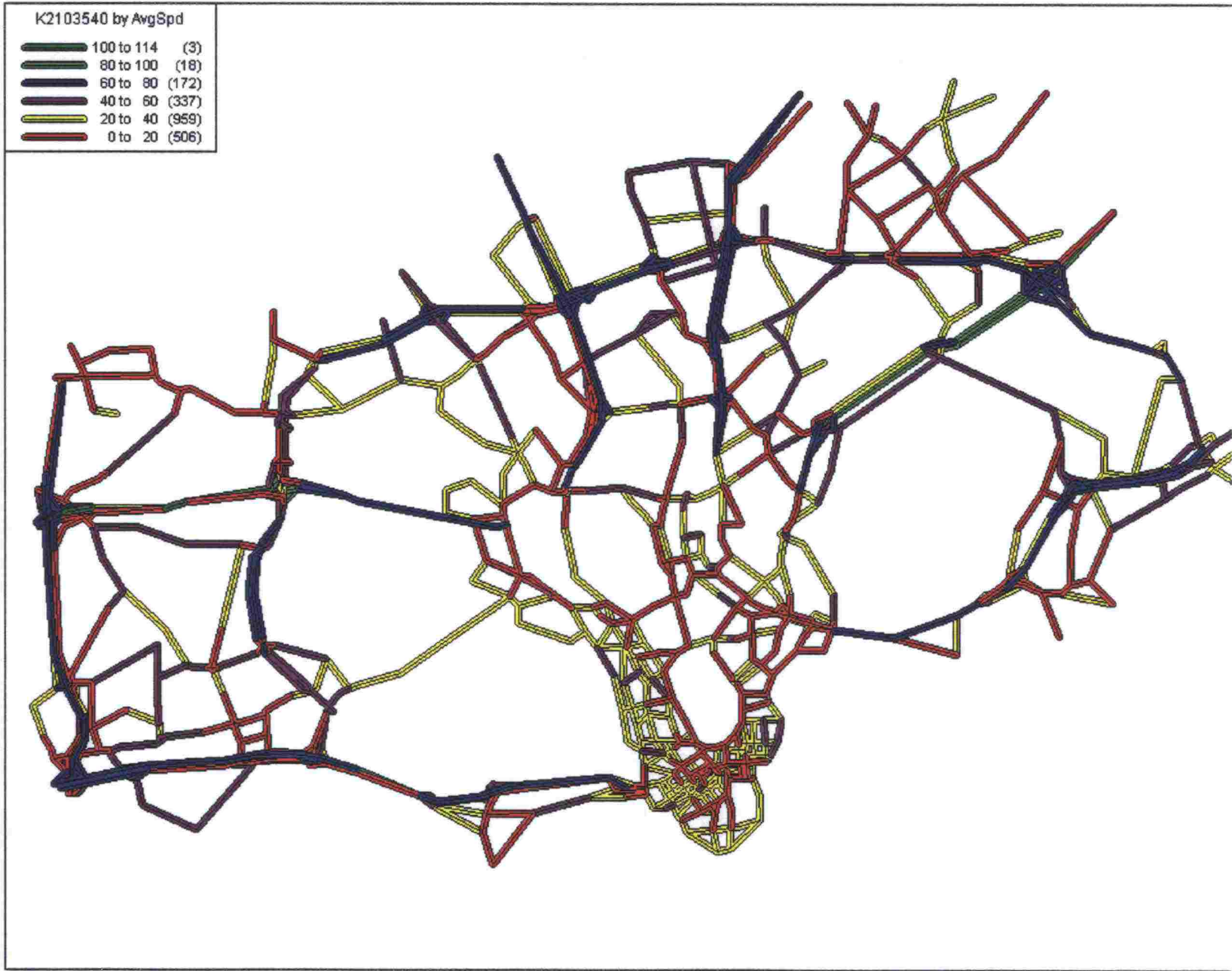
Kuva 40. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 15-20 min.



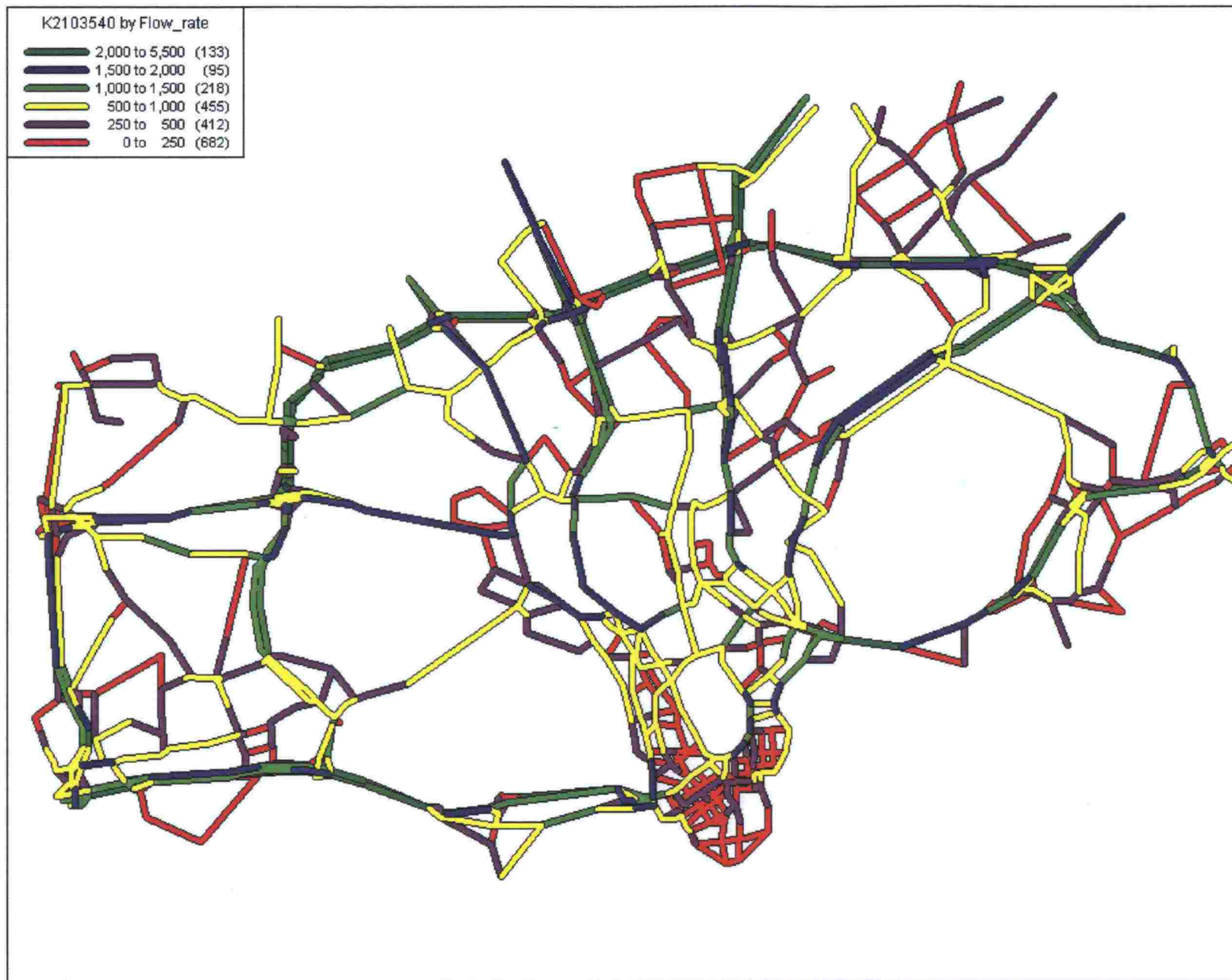
Kuva 41. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 25-30 min.



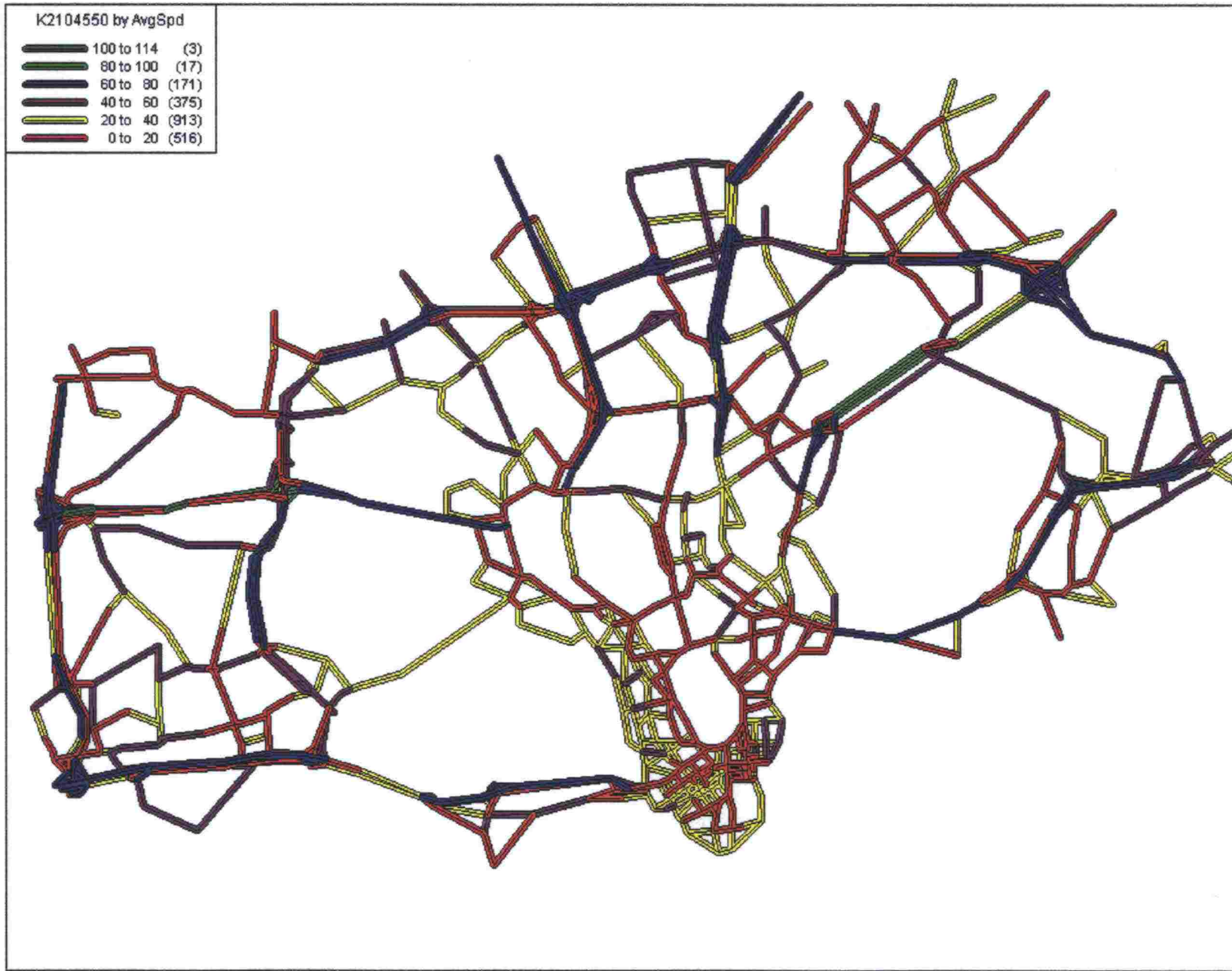
Kuva 42. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 25-30 min.



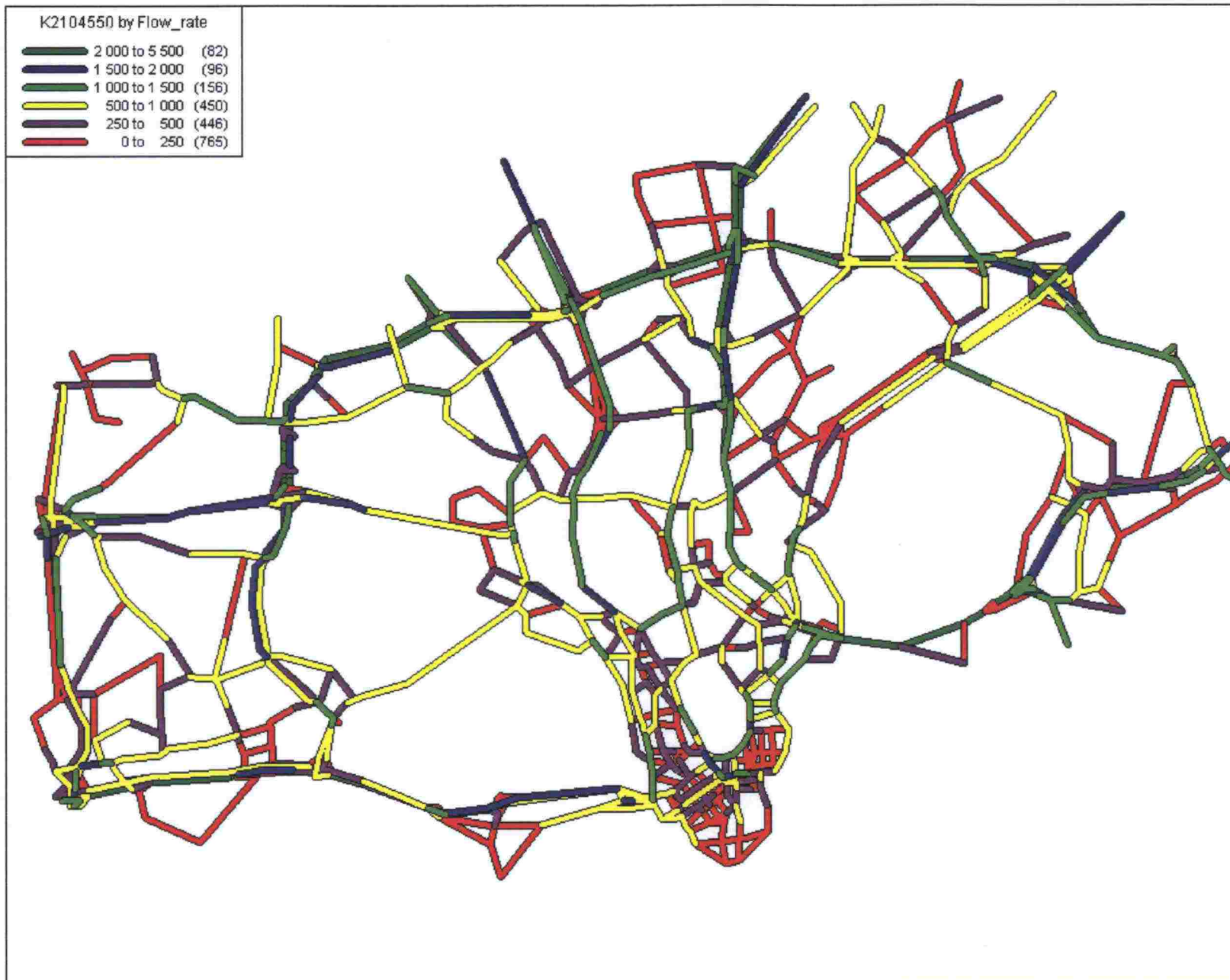
Kuva 43. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 35-40 min.



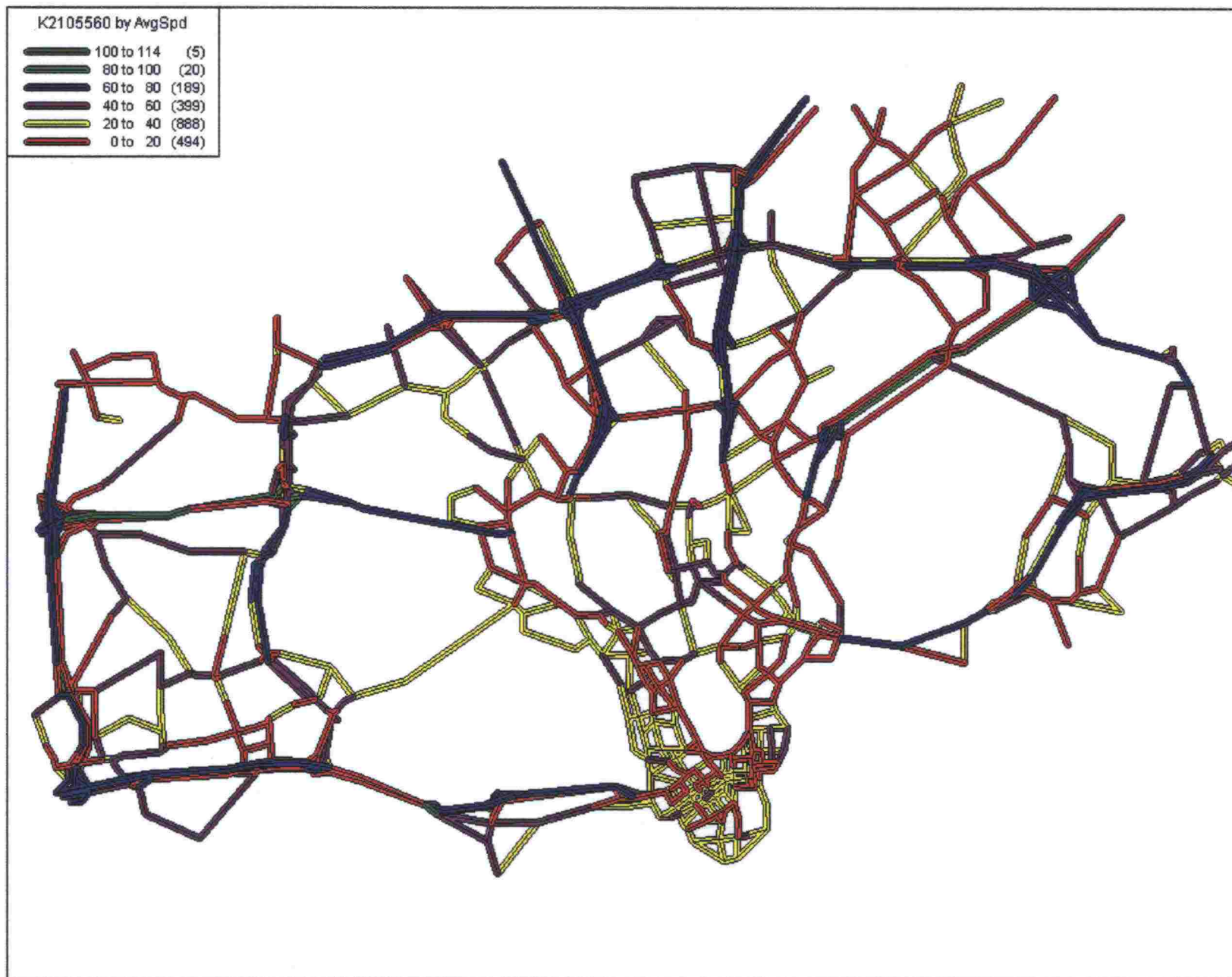
Kuva 44. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 35-40 min.



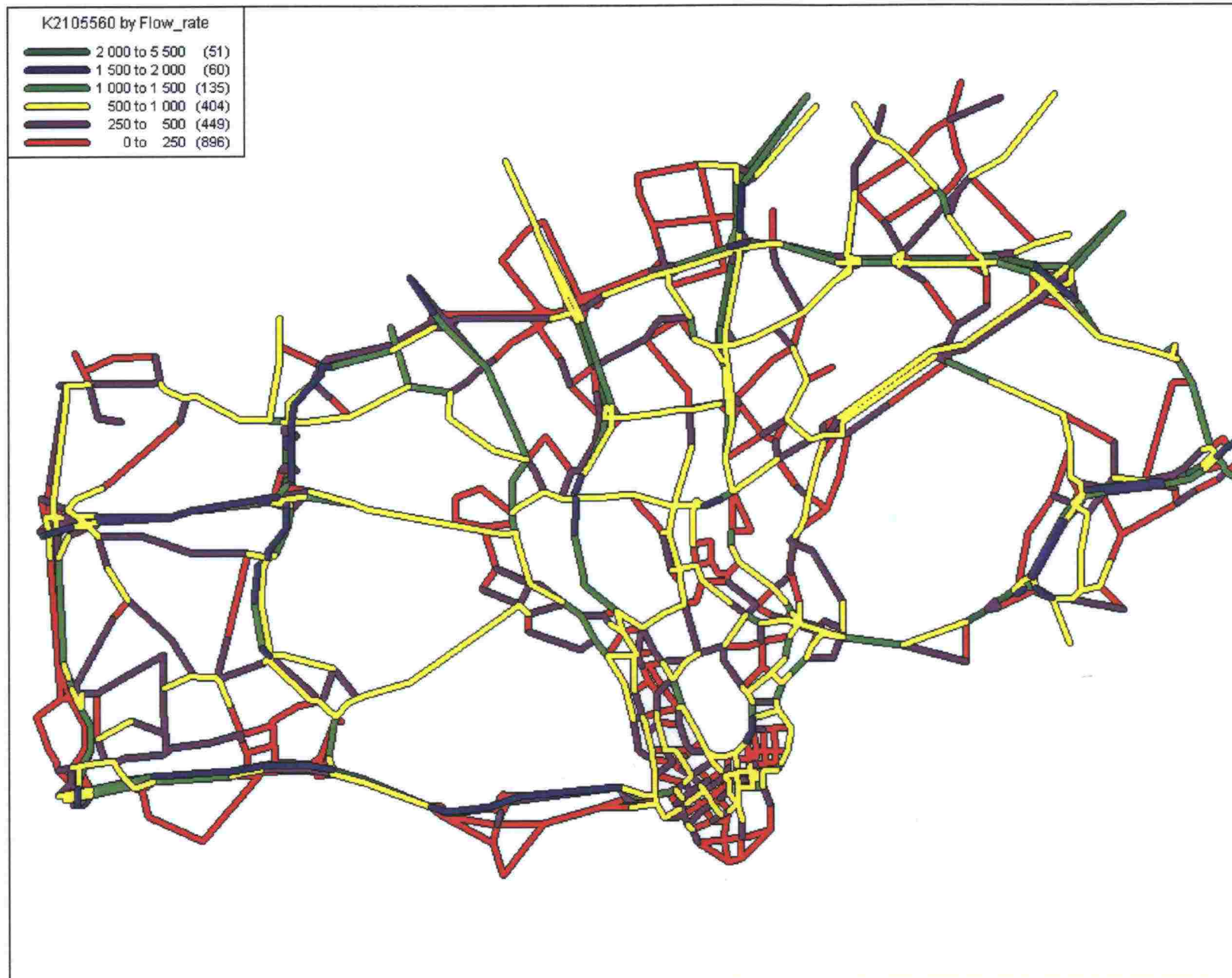
Kuva 45. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 45-50 min.



Kuva 46. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 45-50 min.



Kuva 47. v. 2010, Kehä II, nopeusluokat, aikajakso 55-60 min.



Kuva 48. v. 2010, Kehä II, liikennemääräluokat, aikajakso 55-60 min