# مطالعه یك مدل ترافیك و كاربرد آن برای پیش‌بینی ترافیك یك منطقه درحومهٔ پاریس درسال ۱۹۸۰

توسط :

**هاشم مهرآذین**

استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران

**چکیده :**

در بررسی زیرابتدا به شرح یک مدل که بااستفاده از تعداد جمعیت مشاغل، نسبت درصد افراد شاغل هر بخش ازیک ناحیه وپارامترهای‌دیگری‌مانندضریب موتوریزه بودن،ضریب‌استفاده از وسایل حمل‌ونقل شخصی وغیره ترافیک روی یک شبکه‌از راه‌های‌یک منطقه یا خیابانهای یک شهر یا قسمتی ازیک شهر وحومه‌آن را حساب‌می‌کند می‌پردازیم‌سپس کاربرد این‌مدل‌ونتایج بدست آمده ازآن را در ناحیه جنوب وجنوب شرقی شهر پاریس برای سال ۱۹۸۰ خواهیم‌دید.

* * *

**۱- مقدمه :** مدلی که‌دراین جا بکار رفته‌است می‌تواند ترافیک یک شهر، یک ناحیه یایک منطقه‌را درحال یا در آینده محاسبه کند.

برای استفاده ازآن منطقه مورد مطالعه به N بخش تقسیم می‌شود که برای‌هریک ازآنها باید پارامترهای زیردر دست باشد :

$P_i$: تعداد ساکنان بخش i $(i=1, 2, 3, \cdots N)$

$E_j$: تعداد مشاغل بخش j $(j=1, 2, 3, \cdots N)$

$E_{ij}$: تعداد مشاغل بخش j که‌جنبه اداری ودفتری دارند.

$k_i$: نسبت درصد جمعیت فعال (شاغل، دانش‌آموز، دانشجوو غیره) بخش i

$\lambda_i$: نسبت درصد جمعیت فعال‌بخش i که‌در بخش خود فعالیت‌نمی‌کنند وبرای فعالیت به بخش های دیگر می‌روند.

$\mu_j$: نسبت درصد مشاغل بخش j که به‌وسیله ساکنان این بخش اشغال نشده است.

$x_i$: ضریب موتوریزه بودن یعنی نسبت درصد وسائل نقلیه موتوری برای ساکنان هربخش .

$u_i$: ضریب استفاده از وسائل نقلیه شخصی برای هربخش به‌منظور رفت‌وآمدهای مسکن محل کار.

$v_i$: ضریب استفاده از وسائل نقلیه شخصی برای هربخش به‌منظور رفت‌وآمدهای دیگر

$c_{ij}$: خرج متوسط انواع وسائل ترابری برای پیمودن مسیرازمرکز بخش i به‌مرکز بخش j

— ضریب اشغال اتومبیل های شخصی.

— نسبت درصد وسائل نقلیه‌ای که جنبه تجارتی دارند (اتوبوس بین شهرها ماشین های باری وغیره).

— طول هریک از قطعات شبکه‌راه‌ها (یعنی طول بین هردو تقاطع).

— تعداد تقاطع ها .

— ظرفیت ونوع هر قطعه راه از شبکه .

— بازده یا ظرفیت هریک از قطعات شبکه.

— فرض های مربوط به سرعت در هرفاصله از شبکه .

— فرض های مربوط به تغییراتی که‌در شبکه‌در افق مورد نظر داده خواهد شد مثل‌ساختمان‌راه جدید، پل، تونل تعریض وغیره .

— خرج هریک ازاین تغییرها یا احداث‌های جدید.

بااستفاده ازاین مدل‌می‌توان دوفرض آخر را به‌نحو دلخواه تغییر داد وچند شبکه مختلف راسورد مطالعه قرار داد وآنهارا از نقطه نظر ترافیک واقتصادی مورد بررسی قرار داد وبایک دیگر مقایسه کرد.

## ۲ـ جزئیات مربوط به‌مدل :

اگر $n_i$: تعداد تغییرمکان‌هائی باشد که به منظور مسکن-محل کار وبه مبداء بخش i انجام می‌شوند.

و $n^j$: تعداد تغییرمکان‌هائی باشد که به منظور مسکن-محل کار وبه‌مقصدبخش j انجام شوند. روابط زیر برقرارند.

$$n_i = k_i \lambda_i P_i \qquad n^j = \mu^j E^j$$

برای رفت وآمدهای مسکن جای دیگر تعداد آن‌ها برای هرفرد از رابطه $۰٫۱۰۲ + ۰٫۱۰۱ x_i$ , $n_i$ و $n_j$ مربوط‌به آنها متناسب با $P_i$ و $P^j + \nu E_t^j$ محاسبه می‌شوند.

برای رفت‌وآمدهای‌جای‌دیگر- جای‌دیگر تعدادآن‌هابرای‌هرنفر به ۰٫۰۹٤ برآورد می‌شود و $n_i$ و $n_j$ مربوط به‌آنها متناسب با $P_i + \nu E_{t,i}$ و $P^j + E_t^j$ محاسبه می‌شوند.

حال‌اگر $N_i$ تعداد کل تغییر مکان‌های به‌مبداء i و $N_j$ تعداد کل تغییر مکان‌های به‌مقصد j باشند در مرحله اول برای - تعیین $N_{ij}$ ازمدل ثقلی ساده که به صورت زیراست استفاده می کنیم .

$$N_{ij} = N_i N^j \frac{f_{ij}}{\sum_j N^j f_{ij}}$$

که‌درآن $f_{ij} = c_{ij}^{-\alpha} e^{-\beta c_{ij}}$ یک تابع از دو پارامتر $\alpha$ و $\beta$ است.

برای این که این مدل در تعداد تغییرمکان‌هائی به مقصد j هم‌صدق کند تفاضل های،

$$N^j - \sum_j N_{ij} = N^j \left( ۱ - \sum_j \frac{N_i f_{ij}}{\sum_j N^j f_{ij}} \right)$$

را به‌نسبت $N_i$ روی فواصل ij تقسیم می کنیم. ازآن مدل جدید

$$N_{ij} = N_i N^j \left[ \frac{f_{ij}}{\sum_j N^j f_{ij}} + \frac{1}{N} \left( 1 - \sum_i \frac{N_i f_{ij}}{\sum_j N^j f_{ij}} \right) \right]$$

بدست می‌آید. باشرط

$$N = \sum_j N^j = \sum_i N_i$$

برای این‌که مدل‌جدیدهم در درابطه جمع‌رفت وآمدها در مبداء صدق کند، باید رفت‌وآمدهای اضافی یعنی

$$N_{ii} = \frac{N_i N^i}{N} \left( 1 - \sum_i \frac{N_i f_{ij}}{\sum_j N^j f_{ij}} \right)$$

راهم به‌حساب آورد. برای بهتر ساختن مدل باید به‌بعضی رفت‌وآمدها ضریب بزرگتری داده شود. این موضوع بانوشتن $F_{ij} = K_{ij} f_{ij}$ یعنی دخالت دادن ضرایب $K_{ij}$ انجام می‌شود و مدل به‌صورت زیر درمی‌آید

$$N_{ij}^* = N_i N_j \left[ \frac{F_{ij}}{\sum_j N^j F_{ij}} + \frac{1}{N} \left( 1 - \frac{N_i F_{ij}}{\sum_j N^j F_{ij}} \right) \right]$$

مقادیر $\alpha$ و $\beta$ به‌صورت زیر هستند.

| | | |
|---|---|---|
| مسکن- محل کار | $\beta = 0{,}01$ | $\alpha = 1{,}50$ |
| مسکن- جای دیگر | $\beta = 0$ | $\alpha = 2{,}20$ |
| جای دیگر- جای دیگر | $\beta = 0$ | $\alpha = 2{,}00$ |

## ۳- فرض‌های مربوط به‌طرز کار شبکه راه‌ها

زمان برای پیمودن یک مسافت به‌صورت حاصل جمع سه‌جزء در نظرگرفته می‌شود

۱-زمان طی‌مسافت دریک فاصله بدون تقاطع . $t_1 = d(1 + mQ + nQ^2)$

۲-زمان عبور از چهاراه هـا. $t_2 = a + bQ + cQ^2$

۳-جمله‌ای که برای درنظرگرفتن صف‌های انتظاربخصوص در ساعت شلوغی باید در نظرگرفت.

$$t_3 = K \left( 1 - \frac{C}{Q_{max}} \right)$$

که‌درآن ها پارامترها به‌صورت زیر تعریف شده‌اند:

$t_3$ و $t_2$ و $t_1$ :: زمان برحسب ثانیه.

$d$: فاصله بین دو تقاطع برحسب کیلومتر .

$l, m, n$: ضرائبی که تابع خصوصیت‌های فاصله‌اند.

$a, b, c$: ضرائبی که تابع تقاطع دوراه هستند.

$K$: ضرائب راه بندان

$C$: ظرفیت هرفاصله برحسب اتومبیل در ساعت.

$Q$: بازده یا (دبی) به‌اتومبیل درساعت .

$Q_{max}$: ظرفیت حداکثر در ساعات‌ازدحام به‌اتومبیل درساعت.

## ٤ـ هزینه رفت‌وآمد

دونوع هزینه تشخیص می‌دهیم یکی خرج رفت وآمد فردی مارژینال دیگری خرج کلی یعنی خرج واقعی برای اجتماع خرج‌فردی‌یا هزینه‌احساس شده برای‌هراتومبیل‌از رابطه$C_r = C_m D + tv + p$ که‌درآن $C_m$ خرج‌اتومبیل‌برای پیمودن مسافت یک کیلومتر،D فاصله پیموده شده بهٔ کیلومتر، V ارزش زمان، t زمان طی مسافت به‌ساعت برای هر اتومبیل وp مخارج پارکینگ هستند، باید اضافه کرد که V بادر نظرگرفتن ضریب اشغال‌هراتومبیل بدست می‌آیدوارزش زمان برای هر اتومبیل است.

برای در نظرگرفتن هزینه کلی، مخارجی مانند بیمه، نگهداری، تعمیر، استهلاك وغیره را در نظر می‌گیرند.

**ظرفیت :**

ظرفیت یک قطعه راه عبارت است ازکمترین ظرفیت در طول این راه وظرفیت هرخط از یک راه ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ اتومبیل سواری بازاء یک ساعت چراغ سبز به حساب می‌آید.

## ۵ـ فهرست نتایجی که می‌توان از این مدل بدست آورد

بااستفاده ازاین مدل در خروج از رایانگر می‌توان نتیجه های زیر را به‌صورت چاپ‌شده بدست آورد.

### برای ساعات ازدحام صبح وعصر

ترافیك در ساعت وضریب اشغال هر قطعه‌راه
ترافیك گردش به‌راست وچپ در بعضی تقاطع ها
راه‌ها وخیابان هائی که سرعت متوسط درآن‌هااز ۱۰ کیلومتر در ساعت کمتراست.
راه‌ها وخیابان‌هایی که سرعت متوسط درآنها ازه ۱ کیلومتر در ساعت کمتراست.
ماتریس زمان پیمودن مسافت بین بخش‌ها.
مخارج کلی سالیانه برای ساعات ازدحام صبح و عصر .
ماتریس مخارج فردی برای هرزوج مبداء به‌مقصد از بخش‌به بخش .

### برای هرروز

ترافیك در روی هرقطعه راه از شبکه .
سرعت متوسط در روی این قسمت .
زمان پیمودن مسیر در هرقطعه از راه‌ها در ساعات مختلف روز
مخارج کلی سالیانه

## ٦ـ کاربرد مدل برای محاسبه ترافیك دریک منطقه اطراف پاریس

این مدل برای پیش بینی ترافیك منطقه جنوب شرق شهر پاریس درسال ۱۹۸۰ بکار رفته‌است.دراین کار برد علاوه بر فرض های مربوطبه پارامترهای ظرفیت در ساعت زمان طی مسافت $(l, m, n)$ و پارامترهای عبور از تقاطع ها $(a, b, c)$ وسایر آمارهای‌لازم از جمله‌تعداد ساکنان ومشاغل هربخش ، ضریب دارندگی یک وسیله رفت‌وآمد وغیره. فرض های دیگری شده است که عبارت انداز :

### ضریب استفاده از اتومبیل شخصی :

نسبت درصد افرادی که برای یک تغییر مکان از اتومبیل شخصی استفاده می کنند به‌صورت زیر برآورد شده‌است.

## مسکن ـ محل کار

| | پاریس | حومه نزدیک | حومه نسبتاً دور | حومه دور |
|---|---|---|---|---|
| پاریس | ۰٫۱۲ | ۰٫۲۵ | ۰٫۳۰ | ۰٫۲۵ |
| حومه نزدیک | ۰٫۱۶ | ۰٫۳۰ | ۰٫۴۰ | ۰٫۴۰ |
| حومه‌نسبتاً دور | ۰٫۲۰ | ۰٫۳۵ | ۰٫۴۰ | ۰٫۴۰ |
| حومه دور | ۰٫۱۲ | ۰٫۴۰ | ۰٫۴۰ | ۰٫۴۵ |

## استفاده از اتومبیل برای کارهای دیگر

| | پاریس | حومه نزدیک | حومه نسبتاً دور | حومه دور |
|---|---|---|---|---|
| پاریس | ۰٫۳۰ | ۰٫۴۵ | ۰٫۵۵ | ۰٫۶۵ |
| حومه نزدیک | ۰٫۳۵ | ۰٫۵۵ | ۰٫۶۵ | ۰٫۷۰ |
| حومه‌نسبتاً دور | ۰٫۴۰ | ۰٫۵۵ | ۰٫۶۵ | ۰٫۷۰ |
| حومه دور | ۰٫۵۵ | ۰٫۷۰ | ۰٫۷۰ | ۰٫۷۰ |

## ضریب اشغال وارزش زمان

ضریب اشغال وارزش زمان: ضریب اشغال هراتومبیل شخصی‌وارزش زمان برای هر فرد در رفت‌وآمدهای متفاوت بصورت زیر فرض شده است.

| دلیل تغییرمکان | ضریب اشغال | ارزش زمان برای هرفرد | |
|---|---|---|---|
| مسکن ـ محل کار | ۱٫۲۵ | ۶٫۶۰ | فرانک |
| مسکن ـ جای دیگر | ۱٫۸۰ | ۴٫۳۰ | » |
| جای دیگر ـ جای دیگر | ۱٫۶۵ | ۴٫۶۵ | » |

## ساعت ازدحام

تفکیک بین ساعت‌های متفاوت روز بصورت زیر انجام‌گرفته‌است.

ساعات ازدحام صبح ۷تا۹

» » عصر ۱۷٬/۲ تا ۲۰

» دیگر تمام ساعت‌های دیگر غیراز ساعات شب (بین ۱٬/۲ تا ۵٬/۲) وساعات ازدحام .

**شبکه‌های بررسی شده** : سه‌شبکه راه بزرگراه‌دراین مطالعه‌بررسی شده است که‌نقشه هریک‌ازآن‌ها وترافیک‌شلوغ‌ترین ساعات عصر برای هریک از راه‌های‌مهم ضمیمه شده‌است.

ازنقطه نظر اقتصادی جدول زیر مقایسه بین سه شبکه را امکان پذیر می‌سازد .

## مخارج راهسازی ومخارج کل سالیانه انواع وسائل ترابری به‌میلیون فرانک

| شماره شبکه مطالعـــه | مخارج راهسازی | مخارج ساعات ازدحام‌صبح | مخارج ساعات ازدحام عصر | مخارج تمام ساعات ازدحام | مخارج ساعات دیگر روز | مخارج تمام شبانه‌روز |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۲۸۲۷ | ۱۵۷۷ | ۲۱۳۸ | ۳۷۱۵ | ۸۸۲۵ | ۱۲۵۴۰ |
| $A_2$ | ۳۵۹۵ | ۱۵۱۷ | ۲۰۰۷ | ۳۵۲۴ | ۸۷۰۶ | ۱۲۲۳۰ |
| $A_3$ | ۴۰۷۷ | ۱۴۵۸ | ۱۹۶۲ | ۳۴۲۰ | ۸۶۷۰ | ۱۲۰۹۰ |

**ضریب بازدهی اقتصادی** :اگر مخارج کل لازم برای ایجاد شبکه وجمع هزینه استفاده کنندگان‌را باهم‌مقایسه کنیم به‌نتایج زیر می‌رسیم.

| شبکه‌ها | خرج اضافی ایجاد بزرگراهها به میلیون فرانک | کم‌شدن هزینه استفاده کنندگان | ضریب بازدهی اقتصادی |
|---|---|---|---|
| $A_2$ نسبت به $A_1$ | ۹۳۷ | ۳۱۰ | ٪۳۳ |
| $A_3$ نسبت به $A_1$ | ۱۴۸۸ | ۴۵۰ | ٪۳۰ |
| $A_3$ نسبت به $A_2$ | ۵۵۱ | ۱۴۰ | ٪۲۵ |

باتوجه به نتایج بالا می‌بینیم که ضریب های بازدهی اقتصادی یا ضریب انتفاع شبکه $A_2$ نسبت $A_1$ برابر ٪۳۳ وبنابراین بسیار قابل توجه است درحالی‌که $A_3$ نسبت به $A_2$ فقط ٪۲۵ است یعنی اضافه‌هزینه شبکه $A_3$ نسبت به شبکه $A_2$ در چهارسال مستهلک می‌شود. درحالی‌که اضافه‌هزینه شبکه $A_2$ نسبت به شبکه $A_1$ درسه سال مستهلک می شـــود .

بنابراین بطورکلی ساختن بزرگراه‌ها در طراف پاریس بااین‌که هزینه‌های سنگینی در بردارند، از نقطه نظـر اقتصادی سرمایه‌گذاری های بسیار نافعی هستند.

## منابع


—Modèle OPTRA B. C. E. O. M. 1967

—Etude des penétrantes urbaines B. C.E.O. M. 1968

—Evoltion de la population et des emplois dans la region parsienne I. A. U R. P.1969

—Programmation des autoroutes de la banlieue ouest SRE 1969

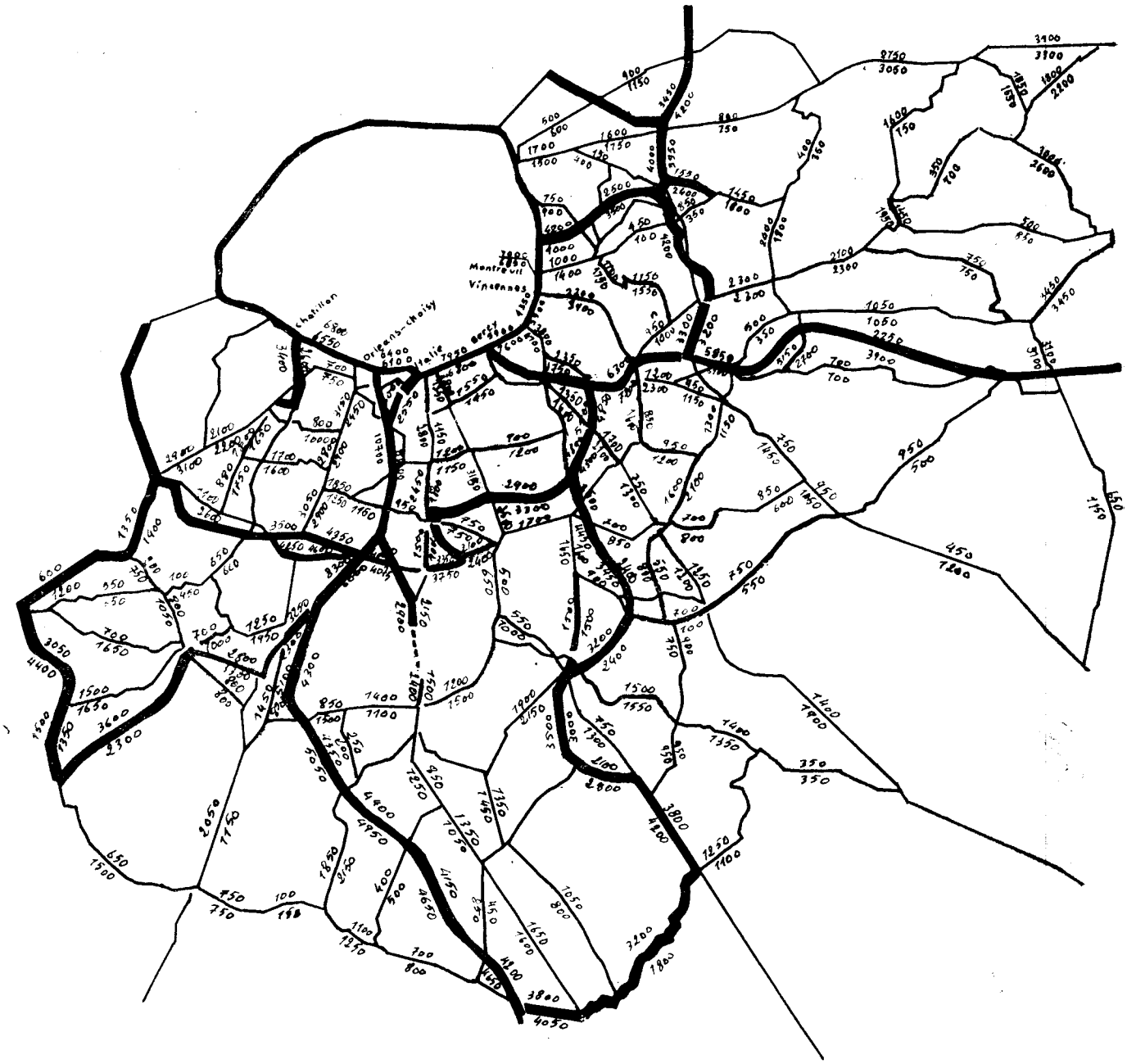
—Répartition des déplacements urbains par mode de transport S. E. R. C 1965

—Caleul de rentabilité des investissements routiers S. E. T. R. A1962

—Etude globale des déplacements dans région parisienne S. R. E. 1969

—Matrice des migrations alternantes I. A. U.R.P1968

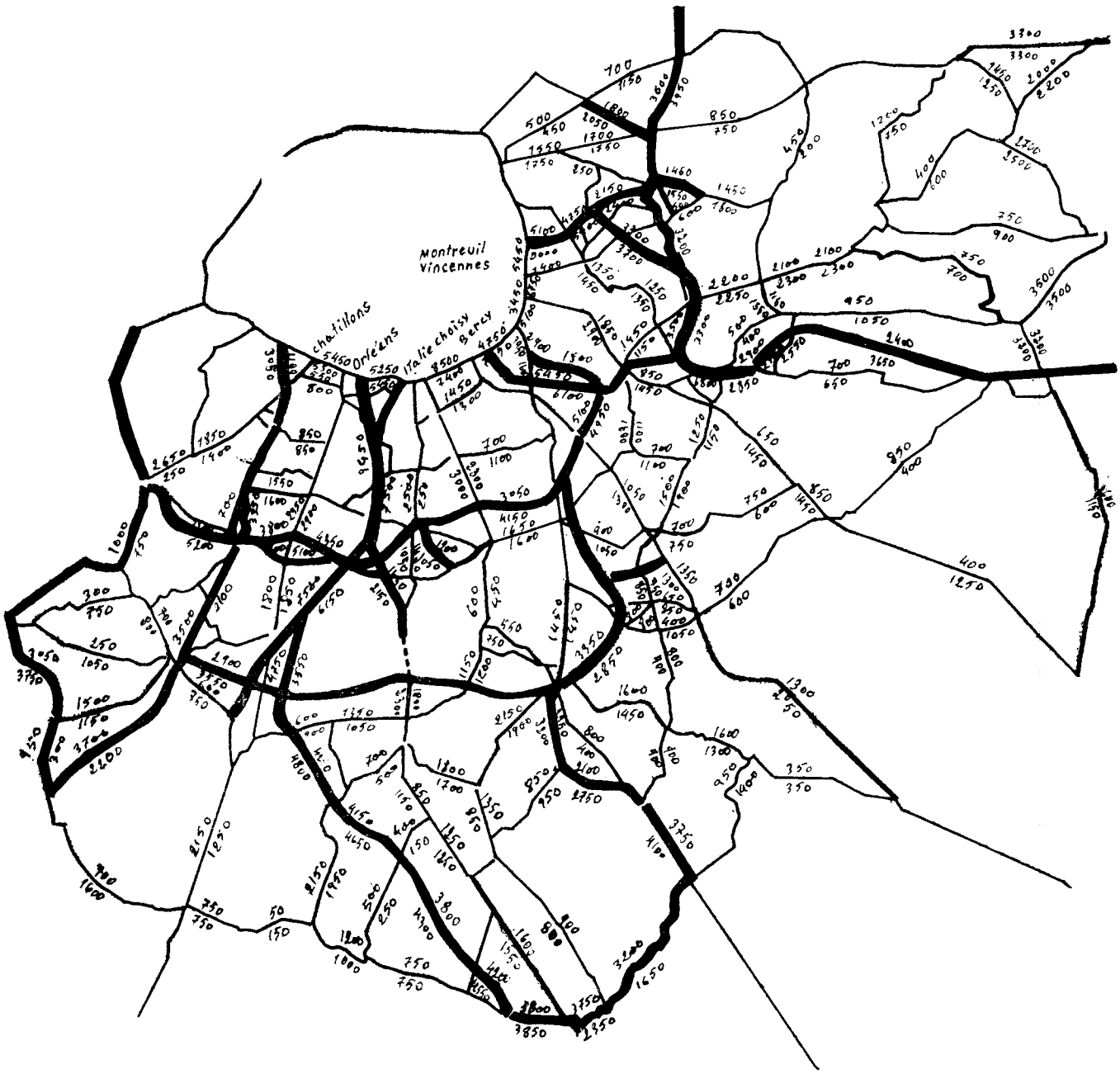
—Prévision du trafic sur le reseau ferré jusqu 'a' la fin du siècles I. A U R P 1965


Montreuil
Vincennes
Chatillon
Origens-Choisy
Italie
Orsay

شبکه ۱

Montreuil
Vincennes
Chatillon
Orléans
Italie-choisy
Bercy

شبکه ۲




شبکه ۳

راه معمولی

بزرگراه

# Définition d'un modèle de calcul de trafic et son application pour prévoir la circulation dans une région de la banlieue parisienne en 1980

par H. MEHRAZINE

Dans l,étude en question on définit d'alord unmodèle qui permet de calculer le trafic sur le réseau routiers d'une région en utilisant la polulatoin, les emplois, le pourcentage de la population active dans chaque secteur de la région en question et d'autres paramètres tels que:le taux dé motorisation le taux d'utilsation de la voiture partieulière etc .

On procède ensuite àl'application de ce modèle ãla region Sud et Sud-Est de Paris pour l'année 1980 , ce qui montre bien que le taux de rentablité immédiat de la création des autoroutes de dégagement est ae l'ordre de 25 ã 30%. Suivant la variante, Cette étude justifie donc bien les finacements de ces autoroutes malgré leur couts trés élevrs.