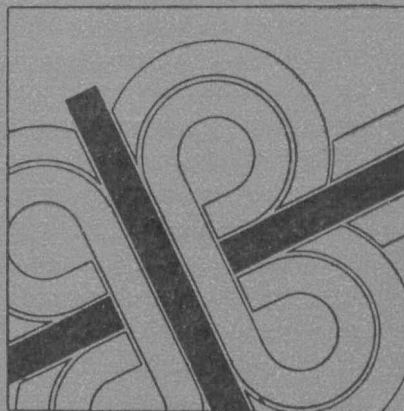

mgr inż. Piotr Olszewski
prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski



BIBLIOTEKA DROGOWNICTWA

Samochód w śródmieściu

Pojemność śródmiejskiego układu drogowo-parkingowego

Organizacja ruchu w śródmieściu

Parkowanie w śródmieściu

629.113 i 656.1.01

Książka jest poświęcona analizie sytuacji drogowo-parkingowej w śródmieściach wielkich miast. Na podstawie licznych kompleksowych badań w wielu śródmieściach miast powstał model teoretyczny, na bazie którego autorzy wyciągają wnioski i przedstawiają konkretne propozycje rozwiązań organizacyjno-inwestycyjnych dla planistów i projektantów miast. Całość jest wzbogacona wieloma przykładami zrealizowanymi bądź też wprowadzаныmi do realizacji.

Odbiorcy: planiści i projektanci z biur projektów rozwoju miast, inżynierowie miejskiego ruchu drogowego, studenci wydziałów architektury, inżynierii lądowej i transportu wyższych uczelni

Rada Programowa

Przewodniczący

mgr inż. CZESŁAW KRZYWOSZ

Członkowie

mgr inż. STEFAN ROLLA

doc. dr inż. ZBIGNIEW BZYMEK

dr HALINA CHROSTOWSKA

mgr CZESŁAW KULESZA

mgr inż. JERZY WALAWSKI

doc. mgr inż.

ZYGMUNT WRZEŚNIEWSKI

Sekretarz

inż. TADEUSZ BARAŃSKI

Autorzy

mgr inż. PIOTR OLSZEWSKI

prof. dr inż.

WOJCIECH SUCHORZEWSKI

Opracowanie graficzne

TADEUSZ PIETRZYK

Opiniodawca

doc. mgr inż.

ZYGMUNT WRZEŚNIEWSKI

Redaktor

mgr inż. JANINA SOBCZYK

Redaktor techniczny

EWA KĘSICKA

Korektor

ALICJA KALINOWSKA

© Copyright by

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności

Warszawa 1983

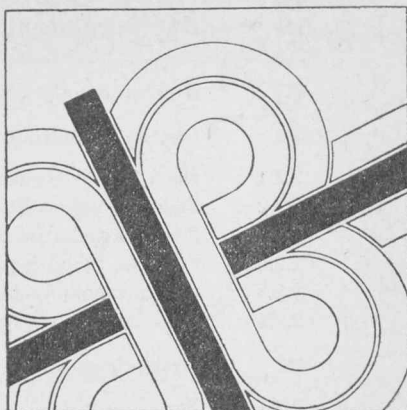
ISBN 83-206-0418-4



Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
Warszawa 1983

z 293079

mgr inż. Piotr Olszewski
prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski



BIBLIOTEKA DROGOWNICTWA

Samochód w śródmieściu

Oznaczenia / 3
Określenia terminów / 5
Od Autorów / 7

1 POJEMNOŚĆ ŚRÓDMIEJSKIEGO UKŁADU DROGOWO-PARKINGOWEGO

strona 9

- 1.1 Wstęp / 9
 - 1.2 Sformułowanie problemu / 9
 - 1.3 Aktualny stan badań nad zagadnieniem pojemności komunikacyjnej / 10
 - 1.3.1 Pierwsze próby określenia pojemności komunikacyjnej / 10
 - 1.3.2 Łączna analiza pojemności ruchowej i parkingowej / 13
 - 1.3.3 Badania krajowe / 14
 - 1.4 Model systemu / 17
 - 1.4.1 Uwagi wstępne / 17
 - 1.4.2 System transportu miejskiego i jego model / 17
 - 1.4.3 Struktura modelu / 18
 - 1.4.4 Zależności między elementami modelu / 19
 - 1.5 Pojemność układu drogowo-parkingowego śródmieścia Warszawy / 25
 - 1.5.1 Uwagi wstępne / 25
 - 1.5.2 Dane wyjściowe / 27
 - 1.5.3 Pojemność układu drogowego / 31
 - 1.5.4 Pojemność parkingowa / 41
 - 1.5.5 Wyniki analizy / 51
 - 1.5.6 Podsumowanie i wnioski końcowe / 55
- Literatura do rozdziału 1 / 56

1

711.73 : 656.13.021 : 656.1.05] (-201) (047.1)

- 2.1 **Ogólne zasady polityki komunikacyjnej w śródmieściu / 58**
- 2.2 **Metody organizacji ruchu / 63**
 - 2.2.1 Ruch jednokierunkowy / 64
 - 2.2.2 Zmienne wykorzystanie pasów ruchu / 65
 - 2.2.3 Priorytet ruchu środków komunikacji zbiorowej / 67
 - 2.2.4 Priorytet ruchu pieszego / 68
 - 2.2.5 Ograniczenia ruchu samochodowego / 69
 - 2.2.6 Systemy centralnego sterowania / 71
- 2.3 **Przykładowe rozwiązania organizacji ruchu w śródmieściu / 74**
 - 2.3.1 Monachium / 74
 - 2.3.2 Besançon (Francja) / 79
 - 2.3.3 Göteborg (Szwecja) / 83
 - 2.3.4 Singapur / 86
 - Literatura do rozdziału 2 / 89

- 3.1 **Wstęp / 90**
- 3.2 **Charakterystyka parkowania w śródmieściu / 91**
 - 3.2.1 Cele i czasy parkowania / 91
 - 3.2.2 Akumulacja parkowania w śródmieściu / 96
 - 3.2.3 Wykorzystanie parkingów / 100
 - 3.2.4 Uciążliwość parkowania / 103
- 3.3 **Polityka parkingowa w śródmieściu / 104**
 - 3.3.1 Cele polityki parkingowej / 104
 - 3.3.2 Zasady polityki parkingowej w śródmieściu / 105
 - 3.3.3 Programowanie miejsc parkingowych / 111
 - 3.3.4 Rozmieszczenie parkingów / 117
- 3.4 **Organizacja parkowania / 120**
 - 3.4.1 Opłaty i ograniczenia czasu postoju / 120
 - 3.4.2 Strefy ograniczonego parkowania / 126
 - 3.4.3 Uwagi końcowe / 128
 - Literatura do rozdziału 3 / 129

80 2003/4
1983



Z 293079

Oznaczenia

- A — akumulacja [P , E]
 A_m — akumulacja samochodów mieszkańców rejonu (obszaru)
 A_p — akumulacja samochodów związana z dojazdami do pracy
 A_i — akumulacja samochodów związana z dojazdami w innych celach
 A_n — akumulacja pojazdów parkujących w okresie nocnym [P]
 B — maksymalna liczba jazd w danym układzie drogowym [P/h]
 C — przepustowość [P/h], [E/h]
 C_i — przepustowość przy poziomie swobody ruchu i
 D — pojemność komunikacyjna obszaru
 d — wskaźnik absencji w pracy
 E — pojazd umowny
 h — współczynnik zwiększający, uwzględniający dojazdy spoza miasta
 F — powierzchnia obszaru [m^2], [ha], [km^2]
 f — udział powierzchni ulic w powierzchni obszaru
 G — gęstość ruchu [P/km]
 g_p, g_i — udziały ruchu związanego z dojazdami do pracy i w innych celach w godzinie szczytu w stosunku do ruchu dobowego
 H — liczba miejsc parkingowych w obszarze
 I — sumaryczna liczba parkowań zaobserwowanych w ciągu doby
 k — udział miejsc parkingowych z ograniczonym parkowaniem
 L — długość odcinka [m], [km]
 L_{poj} — liczba pojazdów
 M — liczba mieszkańców
 m_E — wskaźnik ruchliwości posiadaczy samochodów w podróży w innych celach [$pż/24h$]
 m_F — wskaźnik ruchliwości posiadaczy samochodów w podróży do pracy [$pż/24h$]
 N — natężenie ruchu [P/h], [E/h]
 N_p — natężenie ruchu samochodów prywatnych, związanego z dojazdami do pracy
 N_i — natężenie ruchu samochodów prywatnych, związanego z dojazdami w innych celach
 N_t — natężenie ruchu tranzytowego

N_d	— natężenie ruchu dodatkowego (samochodów ciężarowych, służbowych, taksówek itp.)
N_a	— natężenie ruchu autobusowego
P	— pojazd rzeczywisty
p	— wskaźnik gotowości technicznej samochodu
$p\check{z}$	— podróż, podróże
Q	— praca przewozowa w układzie [$P \cdot \text{km/h}$], [$P \cdot \text{km}/24 \text{ h}$]
q	— stopień zaspokojenia potrzeb parkingowych
R	— zapotrzebowanie na parkingi (miejsca parkingowe)
r_p	— wskaźnik jednoczesności parkowania przy dojazdach do pracy
r_i	— wskaźnik jednoczesności parkowania przy dojazdach w innych celach
r_m	— wskaźnik jednoczesności parkowania przez mieszkańców
S_p	— dobowy potok ruchu samochodowego, związany z dojazdami do pracy [$P/24 \text{ h}$], [$E/24 \text{ h}$]
S_i	— dobowy potok ruchu samochodowego, związany z dojazdami w innych celach
s	— wskaźnik motoryzacji [poj./tys. mieszk.]; [sam. os./tys. mieszk.]
T_p	— dobowa liczba podróży niepieszych do pracy i w innych celach
T_i	— dobowa liczba podróży niepieszych w innych celach
t_{so}	— czas podróży samochodem osobowym [min.], [h]
t_{sr}	— średni czas parkowania
t_{kz}	— czas podróży komunikacją zbiorową [min.], [h]
u_{np}	— udział ruchu niepieszego
u_p	— udział podróży do pracy samochodami osobowymi
u_i	— udział podróży samochodami w podróżach w innych celach
u_m	— udział samochodów pozostających w rejonie miejsca zamieszkania właściciela
u_g	— udział garażowania
V	— łączna liczba miejsc parkingowych w obszarze
v	— prędkości [km/h]
W	— uogólnione obciążenie systemu [P], [P/h]
W_{sw}	— uogólnione obciążenie systemu przy swobodnym podziale zadań przewozowych
w_p	— wskaźnik napełniania samochodu w dojazdach do pracy [os./poj.]
w_i	— wskaźnik napełniania samochodu w dojazdach w innych celach
Z	— liczba miejsc pracy
Z_u	— liczba miejsc pracy w usługach
z	— wskaźnik ludności zawodowo-czynnej
z_u	— liczba miejsc pracy w usługach przypadająca na 1 mieszkańca
β	— stopień wykorzystania samochodów prywatnych dla dojazdów do pracy
β_i	— stopień wykorzystania samochodów prywatnych dla dojazdów w innych celach
γ	— stosunek wartości nakładanej drogi do zaoszczędzonego czasu

Określenia terminów

Akumulacja pojazdów — sumaryczna liczba pojazdów, znajdujących się równocześnie (w ruchu lub zaparkowanych) w danym obszarze.

Akumulacja parkowania — sumaryczna liczba pojazdów, zaparkowanych równocześnie na danym parkingu (w obszarze).

Parking przesiadkowy — parking zlokalizowany w bezpośredniej bliskości peryferyjnego przystanku kolejowego, metra, autobusowego itp, przeznaczony dla właścicieli samochodów, pozostawiających pojazdy na czas dojazdu (transportem publicznym) i pobytu w śródmieściu lub w innym przeciężonym obszarze (system „park-an-ride”).

Parking strategiczny — parking o dużej liczbie stanowisk, zlokalizowany w pobliżu wlotu do śródmieścia, łatwo dostępny z trasy (tras) dojazdowej do śródmieścia i dobrze obsługiwany transportem publicznym. Niekiedy organizowane są specjalne połączenia mikrobusowe z centrum.

Pojemność komunikacyjna obszaru — największa możliwa liczba samochodów, które mogą poruszać się i parkować równocześnie w danym obszarze.

Pojemność graniczna — pojemność komunikacyjna przy wykorzystaniu ulic do granic przepustowości (poziom E według HCM—1965).

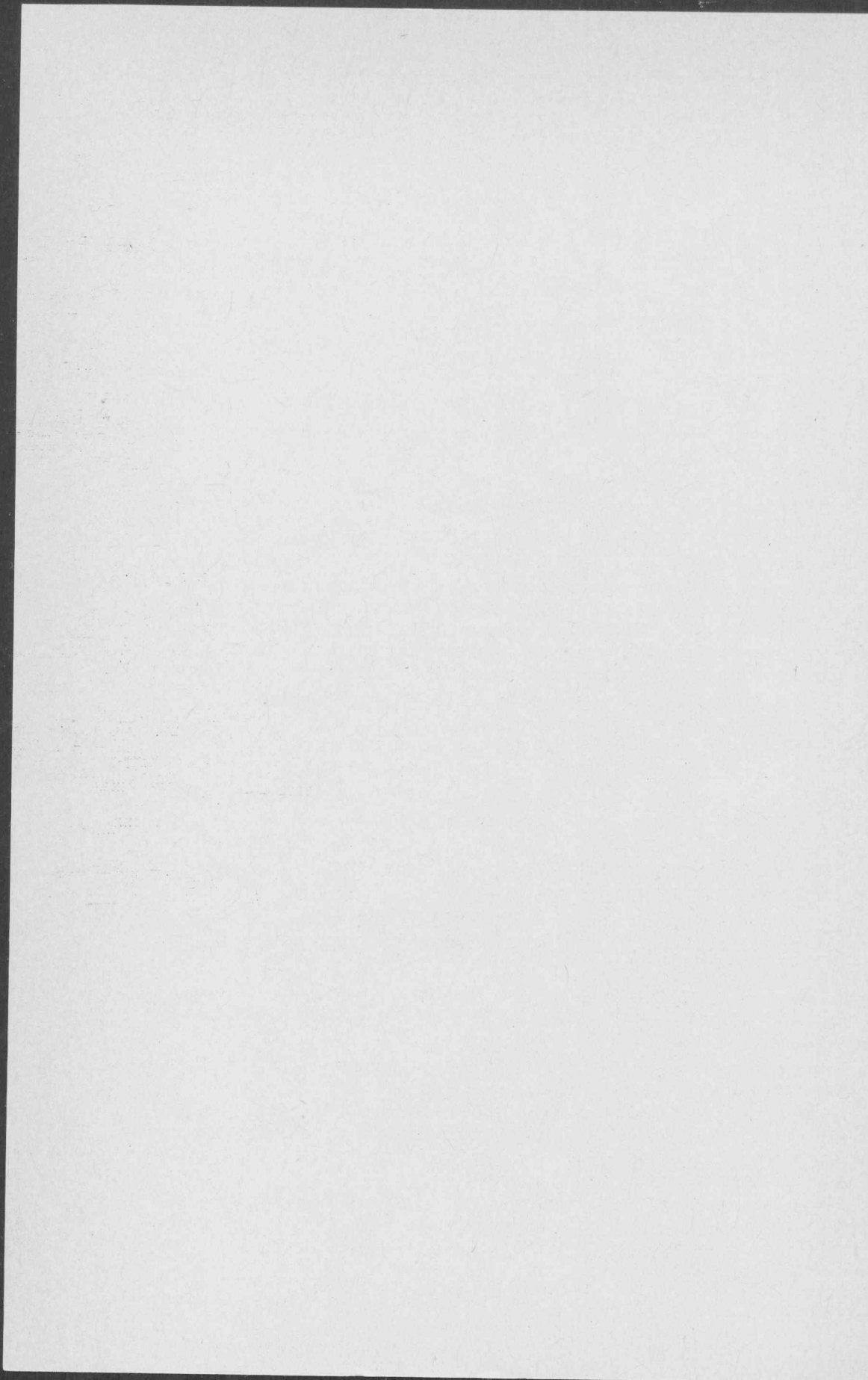
Pojemność praktyczna — pojemność komunikacyjna obszaru przy założeniu, że utrzymany zostanie założony poziom warunków ruchu (np. poziom C według HCM—1965).

Pojemność środowiskowa — pojemność komunikacyjna przy założeniu, że utrzymany zostanie określony poziom jakości środowiska (zanieczyszczenie powietrza, poziom hałasu).

Wskaźnik napełniania parkingu — stosunek liczby parkujących równocześnie pojazdów do pojemności parkingowej.

Wskaźnik jednoczesności parkowania — stosunek maksymalnej liczby pojazdów parkujących równocześnie na danym obszarze do sumarycznej liczby pojazdów, parkujących w ciągu doby (16 godzin, 12 godzin) w danym celu na tym obszarze.

Wskaźnik rotacji parkujących pojazdów — średnia liczba pojazdów, korzystających w ciągu doby (16 godzin, 12 godzin) z jednego miejsca parkingowego.



Od Autorów

Rozwój motoryzacji powoduje wzrost natężeń ruchu drogowego oraz zapotrzebowania na miejsca parkingowe i garaże. Trudności w zaspokojeniu rosnących potrzeb są tym większe, im bardziej jest zainwestowany rozważany obszar.

W wielkich miastach, a zwłaszcza aglomeracjach, zaobserwowano szczególnie duże przeciążenie sieci ulicznej i parkingów, aż do wystąpienia zjawisk pełnego wykorzystania przepustowości ulic i skrzyżowań oraz miejsc parkowania. Czynnikiem decydującym o przeciążeniu układu drogowo-parkingowego jest komunikacja indywidualna. Wpływ komunikacji zbiorowej na obciążenie układu komunikacyjnego jest znacznie mniejszy niż udział tej komunikacji w przewozach. Mimo że z komunikacji tej korzysta bardzo znaczna część podróżujących, nawet w największych skupiskach ludności możliwe jest pełne zaspokojenie potrzeb komunikacyjnych. Co najwyżej konieczne jest stworzenie wysokosprawnych bezkolizyjnych systemów komunikacji szynowej w postaci kolei regionalnej, metra, tramwaju szybkiego itp.

Istnieje zatem paradoksalna sytuacja, w której — przy praktycznie nieograniczonych możliwościach obsługi największych nawet skupisk ludności za pomocą komunikacji zbiorowej — wzrasta użytkowanie samochodów osobowych, co prowadzi do całkowitego wykorzystania przepustowości ulic i pojemności parkingowej.

Rosnące potrzeby skłaniają do modernizacji i rozbudowy układu dróg i parkingów. Inwestowanie w ten układ zwiększa jego wydolność i przejściowo odsuwa w czasie okres wyczerpania przepustowości. Obserwacje przebiegu tego procesu w krajach o wysokim poziomie motoryzacji prowadzą jednak do wniosku, że próby nadążania za systematycznym wzrostem potrzeb są skazane na niepowodzenie. Stopniowo — w coraz bardziej rozległym obszarze występuje zjawisko deficytu przepustowości i parkingów.

Rozwiązania problemu szuka się między innymi w:

- planowaniu urbanistycznym, które może mieć na celu zmiany w strukturze miasta, m.in. zmniejszając napór na zatłoczone obszary;
- rozwijaniu systemów komunikacji zbiorowej, jako mniej terenochłonnej i bardziej efektywnej ekonomicznie;
- organizacji ruchu i polityce parkingowej.

Najbardziej obiecujące są poszukiwania w sferze kompleksowego planowania przestrzenno-komunikacyjnego, zmierzające do bardziej racjonalnego modelu zagospodarowania przestrzennego (w skali makro i mikro) oraz

zharmonizowanego z nim modelu obsługi komunikacyjnej analizowanego obszaru.

Jednym z najtrudniejszych problemów, którego rozwiązanie warunkuje ilościowe ujęcie zagadnienia obsługi komunikacyjnej obszaru, jest wyznaczenie największej możliwej liczby samochodów, jakie mogą poruszać się i parkować na tym obszarze.

Liczba ta może być uważana za miarę pojemności komunikacyjnej obszaru. Pojemność ta jest złożoną funkcją struktury sieci ulicznej, zastosowanej organizacji ruchu oraz liczby i sposobu wykorzystania miejsc parkingowych.

Metodyka obliczania pojemności komunikacyjnej systemu drogowo-parkingowego nie jest dotąd szerzej rozwinięta. Skłoniło to autorów tej książki do podjęcia badań poświęconych tym właśnie problemom.

Badania te sfinansowała częściowo Techniczno-Ekonomiczna Rada Naukowa przy Prezydencie m.st. Warszawy, na zlecenie której wykonano opracowanie studialne pt. „Pojemność układu komunikacyjnego miasta”. Opracowanie to stanowiło podstawę przygotowania pierwszej części książki.

Z analizy sytuacji komunikacyjnej w miastach wynika, że w przeważającej większości przypadków obszarem newralgicznym jest śródmieście, w którym obserwuje się największe zatłoczenie ulic i parkingów, a konsekwencją tego zatłoczenia jest: strata czasu, kolejki pojazdów, wypadkowość i duża uciążliwość ruchu dla środowiska (zanieczyszczenie powietrza, hałas i in.).

Koncentracja ruchu na obszarach śródmiejskich wiąże się ze skupieniem na tych obszarach szczególnie wielu elementów zabudowy miasta, wywołujących ruch (miejsca pracy, handel i usługi, kultura, rozrywka itp.). Siłą napędową dla tej koncentracji jest dążenie do zbliżenia obiektów, pozostających w ścisłym związku (np. urzędy, banki) oraz stworzenia możliwości szerszego wyboru dla korzystających z usług. W sumie działa tu prawo efektywności wielkiej skali.

Efektywność ta wynika m.in. ze zmniejszenia odległości między kooperującymi obiektami, czego konsekwencją jest redukcja transportochłonności. Transportochłonność ta jest zmniejszana dodatkowo na skutek skupienia obiektów w środku ciężkości obsługiwanego obszaru.

W sumie śródmieście jest obszarem, którego pojemność komunikacyjna limituje na ogół pojemność całego obszaru zurbanizowanego. W związku z tym uwaga autorów została skupiona na zagadnieniu pojemności komunikacyjnej śródmieścia.

Metodę obliczania pojemności komunikacyjnej, opracowaną przez autorów, zastosowano następnie przykładowo do analizy śródmiejskiego układu komunikacyjnego Warszawy.

Część drugą poświęcono syntetycznemu omówieniu współczesnych tendencji w rozwiązywaniu problemów organizacji ruchu w śródmieściu, część trzecią natomiast — problemowi polityki parkingowej w tym obszarze.

Autorzy pragną wyrazić swoje gorące podziękowanie docentowi Zygmuntowi Wrześniowskiemu za szczególnie głęboką i wykraczającą poza zwyczajowe obowiązki recenzenta analizę pierwszej wersji maszynopisu. Uwzględnienie uwag merytorycznych i dotyczących redakcji pozwoliło na znaczne wzbogacenie treści i ulepszenie formy książki.

Pojemność śródmiejskiego układu drogowo-parkingowego

1

1.1 WSTĘP

Rozważania rozpoczęto od zdefiniowania pojęcia pojemności komunikacyjnej, a następnie podano syntetyczny przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie rozpatrywanego zagadnienia.

W dalszym podrozdziale przedstawiono próbę sformułowania ogólnej metody oceny pojemności komunikacyjnej obszaru w ujęciu systemowym. Natomiast podrozdział czwarty zawiera omówienie wyników analizy śródmiejskiego obszaru Warszawy. Zastosowana w praktyce metoda różni się w pewnym stopniu od metody ogólnej, przedstawionej w podrozdziale 3. Różnice wynikają z konieczności dostosowania sposobu analizy do: posiadanych danych wyjściowych, dostępnego oprogramowania komputerowego oraz posiadanych środków finansowych przeznaczonych do obliczeń na emc.

Ocenę pojemności komunikacyjnej śródmieścia Warszawy wykonano w stosunku do systemu drogowo-parkingowego, według stanu planowanego na rok 1990. Sformułowano wnioski i postulaty, których realizacja pozwoliłaby na uzyskanie układu z harmonijnie rozwiniętą siecią drogową *) i parkingami oraz dostosowaną do nich organizacją ruchu.

1.2 SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Przedmiotem rozważań jest pojemność komunikacyjna obszaru.

Termin „pojemność komunikacyjna obszaru” może być zdefiniowany w wieloraki sposób, jako:

- maksymalna liczba pojazdów (w ruchu lub parkujących), które mogą się znajdować równocześnie w badanym obszarze, w danej chwili (poruszając się lub parkując); niekiedy używa się tu terminu — maksymalna akumulacja;

*) Chodzi tu o harmonię między przepustowością wlotów do obszaru a przepustowością sieci wewnętrznej.

- maksymalna liczba pojazdów, które mogą się poruszać równocześnie (lub w jednostce czasu) po sieci ulicznej danego obszaru,
- maksymalna liczba pojazdów, które mogą parkować równocześnie w danym obszarze,
- maksymalna liczba jazd samochodów w jednostce czasu (doba, godzina itp.), dla których rejonem docelowym może być badany obszar, lub które przecinają ten obszar; liczbę tę ograniczają możliwości jazdy (przepustowość) oraz zaparkowania.

Z punktu widzenia przeciętnego użytkownika najważniejsza jest ostatnia z tych definicji. Jest to również wielkość dogodna do stosowania w planowaniu układu komunikacyjnego. Możliwe są trzy sposoby określenia poziomu maksimum:

- przez maksymalną liczbę pojazdów, przy której utrzymany zostanie określony poziom warunków ruchu — jest to pojemność praktyczna; przypadkiem szczególnym jest tu sytuacja, w której rezygnuje się z wszelkich wymogów odnośnie warunków ruchu ^{*)}, pojemność komunikacyjna obszaru osiąga wówczas absolutne maksimum i może być nazwana pojemnością graniczną;
- przez maksymalną liczbę pojazdów, przy której utrzymany zostanie założony poziom jakości środowiska — jest to tzw. pojemność środowiskowa ^{**)}.

Przedmiotem rozważań, których wyniki przedstawiono w tej publikacji, jest zagadnienie wyznaczenia praktycznej pojemności komunikacyjnej obszaru. Pojemność ta jest ograniczona:

- przepustowością wlotów do obszaru,
- przepustowością wewnętrznej sieci drogowej obszaru,
- pojemnością parkingów.

W opracowaniu rozważono wszystkie te ograniczenia, analizując każde z nich oddzielnie oraz w powiązaniu z pozostałymi.

1.3 AKTUALNY STAN BADAŃ NAD ZAGADNIENIEM POJEMNOŚCI KOMUNIKACYJNEJ

1.3.1 PIERWSZE PRÓBY OKREŚLENIA POJEMNOŚCI KOMUNIKACYJNEJ

Pojemność systemu drogowo-parkingowego jako całości była przedmiotem zainteresowania stosunkowo nielicznego grona badaczy. Dobrze są opracowane natomiast liczne zagadnienia związane na przykład z:

- podstawowymi zależnościami między parametrami ruchu, takimi jak: natężenie — gęstość — prędkość,
- przepustowością skrzyżowań,

^{*)} Odpowiednik poziomu warunków ruchu E w metodzie Highway Capacity Manual — 1965.

^{**)} Pojęcie pojemności środowiskowej, wprowadzone po raz pierwszy w tzw. Raporcie Buchananana [14], scharakteryzowano dokładniej w rozdziale 3.

— sposobem użytkowania parkingów w zależności od celu podróży, ograniczeniem parkowania, opłatami parkingowymi.

W przeglądzie stanu badań ograniczono się do omówienia niektórych charakterystycznych wybranych prac dotyczących pojemności układu jako całości.

Jedną z pierwszych prób całościowego ujęcia problemu były prace komisji powołanej na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych przez rząd brytyjski dla opracowania problemu ruchu w miastach. Wyniki pracy komisji przedstawiono w raporcie, znanym pod nazwą Raport Buchanana [14].

Studia przeprowadzone przez zespół Buchanana dotyczyły, między innymi, analizy możliwości maksymalnego dostosowania układu drogowo-parkinowego obszarów śródmiejskich do potrzeb ruchu samochodów osobowych.

Zastosowane podejście charakteryzuje się znacznymi uproszczeniami. Przyjęto, że pojemność komunikacyjna obszaru jest limitowana przepustowością wlotów lub wylotów. W wyniku studiów stwierdzono, że ekstremalnym rozwiązaniem jest obsługa obszarów śródmiejskich przez prostokątny układ dróg szybkiego ruchu usytuowanych w odstępach około 1300 do 1400 m. Zagadnienie pojemności ruchowej wewnętrznej sieci rozprowadzającej nie zostało przeanalizowane w systematyczny sposób.

Istotnym elementem studiów komisji Buchanana była pierwsza w świecie — według autorów tej pracy — próba wyznaczenia tzw. środowiskowej pojemności układu drogowego ^{*)}. Punktem wyjścia do wyznaczenia tej pojemności było sklasyfikowanie uciążliwości ruchu samochodowego dla otoczenia. Jako najbardziej istotne wymieniono: zagrożenie bezpieczeństwa pieszych, hałas, spaliny, wibrację, dzielenie elementów struktury miasta i ujemny wpływ na krajobraz miejski.

Podejmując próbę wyznaczenia granicznych wielkości natężeń ruchu, których przekroczenie powoduje niedopuszczalne naruszenie warunków środowiskowych, za możliwe do ujęcia ilościowego autorzy studium Buchanana uznali jedynie:

- w przypadku ulic mieszkaniowych — utrudnienia dla pieszych pragnących przekroczyć jezdnię,
- w innych przypadkach — poziom hałasu.

W okresie ponad 20 lat, które upłynęły od opracowania raportu Buchanana, poziom wiedzy o wpływie ruchu samochodowego na środowisko podniósł się o tyle, że jest możliwe ilościowe uwzględnienie dalszych czynników, w tym zwłaszcza emisji szkodliwych składników spalin.

Inną miarą pojemności danego układu drogowego jest praca przewozowa Q_{max} , jaka może być wykonana w tym układzie w określonym przedziale czasu.

Możliwość takiego ujęcia została wskazana m.in. w pracy [2].

Przy danej średniej długości jazdy (w obrębie rozważanego obszaru) L_{sr} jest możliwe wyznaczenie maksymalnej liczby jazd ^{**)} z zależności:

^{*)} Environmental capacity.

^{**)} Liczba jazd będzie wyrażona w pojazdach rzeczywistych [P] lub umownych [E].

$$B = \frac{Q_{\max}}{L_{sr}} [P/h] \quad (1.1)$$

Maksymalna praca przewozowa, jaka może być wykonana w danym układzie o n odcinkach i o ruchu jednokierunkowym, może być obliczona z zależności:

$$Q_{\max} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot L_i [P \cdot \text{km/h}] \quad (1.2)$$

gdzie:

C_i — przepustowość odcinka i dla przyjętego poziomu swobody ruchu,

L_i — długość odcinka i .

Zależność ta jest słuszna przy założeniu pełnego wykorzystania (do granic przepustowości) wszystkich bez wyjątku odcinków układu. Jak wiadomo, założenie to jest nie zawsze spełnione, ponieważ przy rozpatrywaniu krótkich przedziałów czasu istnieje zjawisko nierównomierności kierunkowej ruchu; ponadto w spotykanych w praktyce układach występują często nierównomierności przepustowości ciągów i skrzyżowań powodujące, że niektóre odcinki nie mogą być w pełni wykorzystane.

Jak wynika z zależności (1.2.), w przypadku równomiernego napełnienia całego układu maksymalna jego wydolność ma miejsce przy prędkości pojazdów v_E , odpowiadającej poziomowi swobody ruchu E .

W pracy swojej [1], W. R. Blunden, rozważając zagadnienie ogólnej wydolności układu^{*)}, dochodzi do wniosków odmiennych niż poprzednio sformułowane.

Wychodząc z zależności natężenia ruchu N od prędkości v uzyskuje się zależność:

$$N = v \cdot D \cdot e^{-\frac{v}{v_E}} \quad (1.3)$$

gdzie:

v_E — prędkość przy wyczerpanej przepustowości,

D — pojemność komunikacyjna obszaru.

Blunden określa pracę przewozową wykonywaną w czasie t na odcinku drogi długości L jako:

$$Q = v^2 \cdot D \cdot e^{-\frac{v}{v_E}} \quad (1.4)$$

Różniczkując funkcję (1.4) otrzymuje następnie, że maksymalna praca przewozowa

$$Q_{\max} = 4 v_E^2 \cdot D / e^2 \quad (1.5)$$

jest wykonywana przy $v = 2v_E$.

Oznaczałoby to, że — jak twierdzi Autor — „przy wyższej prędkości układ wykonuje większą pracę“.

Zródłem błędu popełnionego przez Blundena jest wyznaczanie pracy przewozowej z zależności:

$$Q = N \cdot \frac{l}{t} \quad (1.6)$$

przy formułowaniu której nie zwrócono uwagi, iż natężenie ruchu N jest wyrażone w pojazdach na jednostkę czasu (zwykle jedną godzinę). Wprowadzona w mianowniku wielkość t nie ma zatem żadnego uzasadnienia.

Pogłębione badania nad zagadnieniem pojemności komunikacyjnej były prowadzone także przez Smeeda [9]. Wyprowadził on, metodą analizy regresywnej, zależność między liczbą pojazdów, mogących poruszać się po rozważanym obszarze w jednostce czasu — B , a prędkością komunikacyjną i wybranymi cechami obszaru:

$$B = (109 - 0,0024 v^3) f \cdot \sqrt{F}, \quad (1.7)$$

gdzie:

v — średnia prędkość ruchu [km/h],

F — powierzchnia obszaru [m²],

f — udział powierzchni ulic w powierzchni rozważanego obszaru.

1.3.2 ŁĄCZNA ANALIZA POJEMNOŚCI RUCHOWEJ I PARKINGOWEJ

Wszystkie uprzednio omówione poszukiwania dotyczyły poszczególnych aspektów problemu, tj. przepustowości wlotów, pojemności wewnętrznego układu drogowego oraz — w mniejszym stopniu — chłonności parkingowej. W ograniczonym zakresie zajmowano się natomiast wszystkimi tymi aspektami łącznie.

Potrzeba łącznego ujęcia zagadnień ruchu i parkowania była zauważana przez niektórych badaczy problemu. G. B. Parker pisze np.: „Potrzeba powiązania polityki parkingowej i organizacji ruchu jest uznawana od dawna; jednak jest mało prób zajęcia się tym tematem w dokładniejszy sposób” [6].

Do kategorii prac dotyczących całości analizowanego systemu można zaliczyć badania zależności między przepustowością wlotów do badanego obszaru, jego pojemnością komunikacyjną i warunkami ruchu.

Szczególnie ciekawą hipotezę dotyczącą tej kwestii sformułował J.W. Godfrey [3], podejmując próbę wyjaśnienia przyczyn, dla których **średnia prędkość pojazdów w przeciążonej sieci stabilizuje się na poziomie niewiele niższym od prędkości odpowiadającej natężeniom ruchu równym przepustowości.**

Według tej hipotezy prędkość w sieci nie maleje poniżej pewnej granicy, ponieważ bardzo małym prędkościom odpowiadają natężenia ruchu znacznie niższe od przepustowości elementów sieci. Jeżeli zatem w pewnych przekrojach wystąpi zatłoczenie (przekroczenie przepustowości), to przepływ po-

jazdów poza te przekroje jest mniej intensywny; konsekwencją jest częściowe tylko napełnienie sieci jako całości i wyższe prędkości średnie.

Według Godfrey'a stanowi to „dobre wyjaśnienie, dlaczego ruch nie zamarł (w badanym przypadku śródmieścia miasta — Ipswich — przyp. autorów), jak to przewidywano przed kilku laty; wyjaśnia to także dlaczego na odcinku, na którym prowadzone są ciągłe pomiary ruchu, natężenia ruchu nie wzrosły od czterech lat“.

Jeżeli czas podróży do centrum wzrasta z upływem lat, to — zgodnie z omawianą hipotezą — jest to spowodowane nie tylko spadkiem prędkości ruchu w sieci śródmiejskiej, ale także przedłużającym się czasem oczekiwania na wlotach do tej sieci.

1.3.3 BADANIA KRAJOWE

W Polsce temat pojemności układu drogowo-parkingowego jest od pewnego czasu przedmiotem prac badawczych i studialnych. Dotyczyły one zwłaszcza śródmieścia Warszawy.

W roku 1965 L. Tomaszewski [13] zwracał uwagę na konieczność zbilansowania przepustowości tras wjazdowych do centrum Warszawy z chłonnością parkingową tego centrum.

Temat został rozwinięty w Studium B. Nowickiego i W. Suchorzewskiego [5], wykonanym na zlecenie TERN w latach 1967—68. Dla wyróżnionego obszaru śródmieścia Warszawy o powierzchni 370 ha wyznaczono:

- przepustowość wlotów do obszaru (27 100 E/h),
- maksymalną liczbę pojazdów, mogących krążyć po obszarze według wzoru Smeeda (24 600 E/h),
- realną do uzyskania pojemność parkingową (15 000 stanowisk).

W wyniku studium sformułowano m.in. następujące wnioski:

- przepustowość tras dojazdowych do obszaru określonego jako centrum Warszawy jest znaczna i będzie wynosiła więcej niż 27 tys. E/h^{*)}. Odliczając pojazdy przejeżdżające tranzytem, można szacować liczbę pojazdów umownych, które będą mogły wjechać do centrum w godzinie szczytu, na około 18÷20 tys., w tym około 14÷15 tys. samochodów osobowych;
- obecna chłonność parkingowa centrum, określona na podstawie analizy obecnych rezerw terenowych, jest niewielka i wynosi, przy założeniu rozwiązań jednopoziomowych, około 6÷7 tys. stanowisk. Zakładając przekształcenie dużej części tych parkingów na wielopoziomowe można szacować potencjalną pojemność parkingową centrum na około 15÷20 tys. pojazdów. Przyjmując średni czas parkowania równy dwie godziny, można wyznaczyć liczbę wjazdów (lub wyjazdów) w ciągu godziny, jako równą 7,5÷10 tys. Oznacza to, że parkowanie będzie podstawowym czynnikiem, ograniczającym chłonność obszaru centrum dla ruchu indywidualnego;

- sprawność sieci wewnętrznej w centrum jest stosunkowo niewielka. Większość ruchu pomiędzy rejonami centrum musi się odbywać po ulicach najwyższej klasy. Sieć lokalna może pełnić jedynie funkcje obsługi przyległej zabudowy.

Dalsze wnioski dotyczyły kierunków pożądanych przekształceń struktury funkcjonalno-przestrzennej i zasad obsługi komunikacyjnej śródmieścia.

Wyniki dalszych rozważań nad tematem przedstawił współautor tej pracy W. Suchorzewski na dwóch seminariach EKG-ONZ w 1973 r. [10] i w 1976 r. [11].

Sformułowano tam hipotezę o prędkości krytycznej, odnoszącą się do obszarów i tras o dużym obciążeniu ruchem. W myśl tej hipotezy, jeśli prędkość ruchu samochodowego maleje do poziomu prędkości krytycznej, to natężenia ruchu nie zwiększają się dalej. Przyczyn tego należy szukać w istnieniu w systemie transportu *) sprzężenia zwrotnego, które powoduje, że zatłoczenie dróg i parkingów powyżej pewnej granicy wpływa na zmiany zachowań komunikacyjnych. Zmiany te polegają na zmianach trasy przejazdu, zmianie punktu docelowego, zmianie środka transportu lub wręcz na rezygnacji z podejmowania podróży.

Rozwinięciem tego problemu jest hipoteza o zależności między wartością prędkości krytycznej a jakością usług (napelnienie, czas oczekiwania i jazdy, komfort jazdy itp.) i sprawnością funkcjonowania transportu zbiorowego. Im wyższe walory transportu zbiorowego, tym na wyższym poziomie będzie się kształtowała prędkość krytyczna ruchu samochodów osobowych.

Dalsze prace nad tematem podjął drugi współautor tej książki — P. Olszewski. W pracy [7] poświęconej polityce parkingowej, rozumianej jako narzędzie rozwiązywania trudności komunikacyjnych w centrum miasta, przedstawiono:

- oryginalny model ruchu związanego z centrum miasta,
- zagadnienie bilansowania chłonności parkingowej i przepustowości dróg.

Model ruchu przedstawiono w postaci schematu blokowego (rys. 1-1) oraz częściowo w zapisie matematycznym. Brak odpowiedniego materiału statystycznego uniemożliwił autorowi określenie niektórych zależności w postaci funkcyjnej.

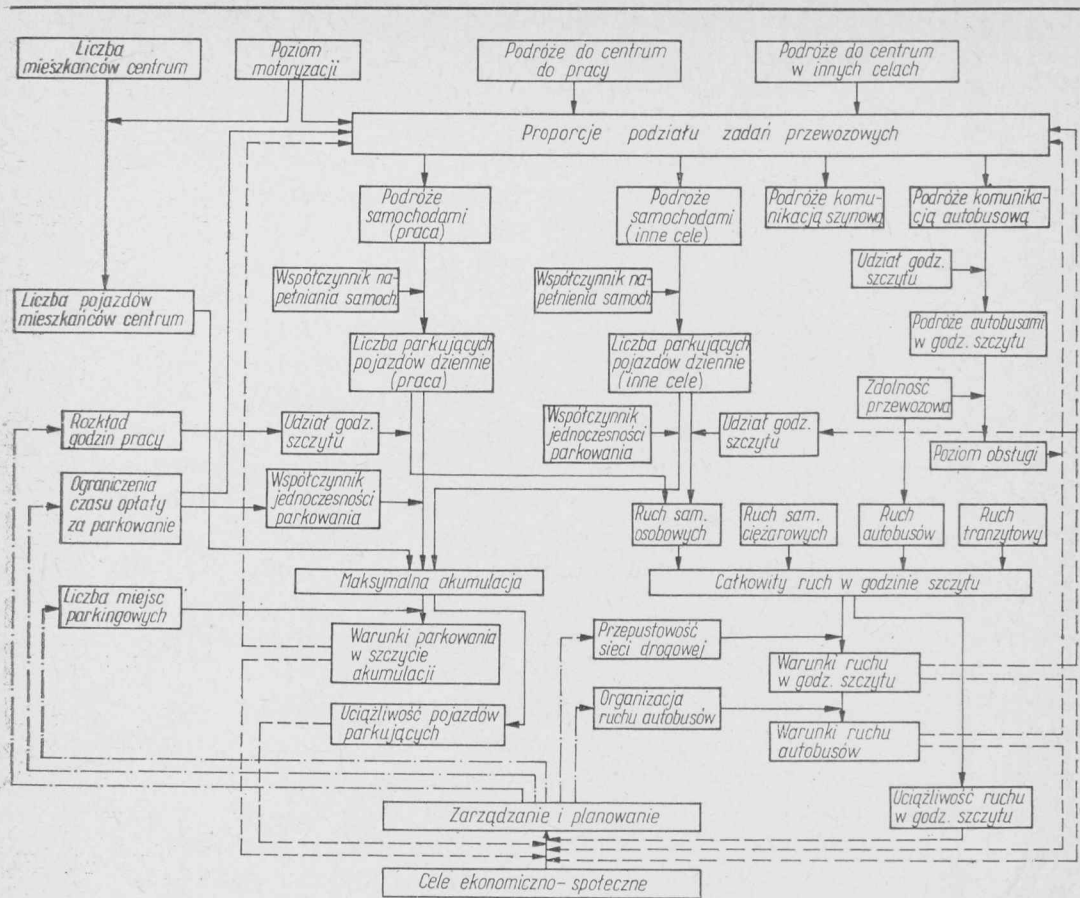
W wyniku analiz kilku przykładów przedstawiono metodę szacowania pożądanego stosunku liczby miejsc parkingowych w rozważanym obszarze do przepustowości ulic dojazdowych.

Rozwijając temat w ramach prac przygotowawczych do tej publikacji opracowano referat [8], zawierający oryginalne sformułowanie modelu systemu transportu, ujmującego aspekty ruchu i parkowania.

Referat ten został przedstawiony na posiedzeniu Stałego Komitetu Komunikacji Międzynarodowej Federacji Mieszkalnictwa i Planowania (Warszawa, maj 1977 r.), gdzie spotkał się z pozytywnym przyjęciem.

Należy wreszcie zwrócić uwagę na prace Biura Planowania Rozwoju Warszawy, wykonane w ostatnich latach [18] w ramach studiów nad projektem

*) Obejmującym również uczestników procesów transportowych wraz z ich zachowaniami.



Rys. 1-1. Schemat modelu ruchu związanego z centrum miasta [7]

systemu transportu Województwa Stołecznego Warszawskiego. W pracach tych również podjęto próbę uwzględnienia wpływu ograniczonej chłonności parkingowej oraz przepustowości ulic na wielkość i rozkład ruchu.

Skrótowny przegląd wyników niektórych poszukiwań pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- zagadnienie wyznaczenia pojemności układu komunikacyjnego stanowi od pewnego czasu przedmiot zainteresowania badaczy i planistów zagranicznych; prace nad tematem podjęto również w kraju;
- główna uwaga jest skupiona na obszarach, w których występują największe trudności komunikacyjne, tzn. w śródmieściach i na obszarach centrum;
- przedmiotem poszukiwań są ogólne modele umożliwiające opis i analizę złożonych związków zachodzących między zagospodarowaniem obszaru, transportem zbiorowym oraz układem drogowo-parkingowym; znajomość tych związków stworzyłaby możliwość badania skuteczności różnych strategii inwestowania i organizowania ruchu;

- istnieje dość liczny zbiór danych wyjściowych oraz metod i technik (w tym oprogramowanie emc) umożliwiających podjęcie dalszych prób skonkretyzowania modeli, o których mowa, i ich zastosowanie do badań systemów transportu w konkretnych miastach i aglomeracjach.

1.4 MODEL SYSTEMU

1.4.1 UWAGI WSTĘPNE

System będący przedmiotem rozważań jest tak złożony, że jego analiza wymaga posługiwania się uproszczonym modelem.

W związku z powyższym — po zdefiniowaniu systemu — zbudowano jego model. Charakter tego modelu dostosowano do celu pracy, jakim jest wyznaczenie pojemności systemu transportu. Wzięto przy tym pod uwagę, że jedną z kwestii szczegółowych jest odpowiedź na pytanie, jak zmienia się ta pojemność w zależności od przyjętego wariantu polityki komunikacyjnej.

Dla uzyskania tej odpowiedzi było istotne, aby istniały możliwości zmiany danych wyjściowych do modelu i określenie skutków tych zmian na wyjściu.

Następujący opis systemu i jego modelu jest bardzo uproszczony i daleki od precyzji. Przy jego formułowaniu nawiązano do wyników rozważań M. Więckowskiego przedstawionych w pracy [15].

1.4.2 SYSTEM TRANSPORTU MIEJSKIEGO I JEGO MODEL

System transportu miejskiego jest zdefiniowany jako zbiór elementów oraz zjawisk związanych z przemieszczaniem się osób i pojazdów w danym obszarze.

Zbudowany do wykorzystania w tym opracowaniu model systemu składa się z następujących elementów (obiektów i działań):

- elementów zagospodarowania przestrzennego rozmieszczonych w danym obszarze; do celów obliczeniowych obszar ten jest dzielony na elementarne pola, zwane rejonami komunikacyjnymi; podstawowymi atrybutami elementów są zdolności do wytwarzania i pochłaniania przemieszczeń osób i ładunków elementami zagospodarowania przestrzennego, którym poświęca się największą uwagę, są miejsca pracy i miejsca zamieszkania,
- przemieszczanych obiektów: osób i ładunków,
- układu komunikacyjnego, na który składają się:
 - układ drogowy o danej przepustowości,
 - układ parkingów użytkowanych zgodnie z ustaloną polityką parkingową,
 - układ transportu zbiorowego,
 - środki przewozowe (samochody osobowe, ciężarowe, pojazdy komunikacji zbiorowej itd.),
- przemieszczeń: pojazdów po układzie drogowym i w systemie transportu zbiorowego; przypadkiem przemieszczenia jest ruch pieszy,

— parkowania pojazdów.

Zjawisko przemieszczeń uwidacznia się w procesie ruchu, który dla uproszczenia jest dzielony na 4 procesy elementarne:

- proces powstawania przemieszczenia, zwany na ogół procesem powstawania ruchu,
- proces wyboru punktu docelowego, zwany procesem rozkładu przestrzennego ruchu,
- proces wyboru środka transportu, zwany procesem podziału zadań między środki przewozowe,
- proces wyboru trasy przejazdu, zwany procesem rozkładu ruchu w sieci.

Przemieszczenia mogą być rozumiane w dwojaki sposób:

- jako przemieszczenia potencjalne (tzn. odzwierciedlające istnienie określonej potrzeby społecznej lub gospodarczej),
- jako przemieszczenia zrealizowane.

Przemieszczenie potencjalne jest realizowane, o ile system transportu stwarza możliwości tej realizacji.

Wśród przemieszczeń pojazdów po sieci drogowej wyróżnić można:

- jazdy prywatnych samochodów osobowych,
- jazdy taksówek, pojazdów transportu zbiorowego i samochodów służbowych,
- jazdy samochodów dostawczych, ciężarowych i specjalnych.

Ponadto, ze względu na położenie punktów rozpoczynania i kończenia przemieszczenia, można wyróżnić:

- ruch wewnętrzny,
- ruch dojazdowy i wyjazdowy z badanego obszaru,
- ruch tranzytowy w stosunku do badanego obszaru.

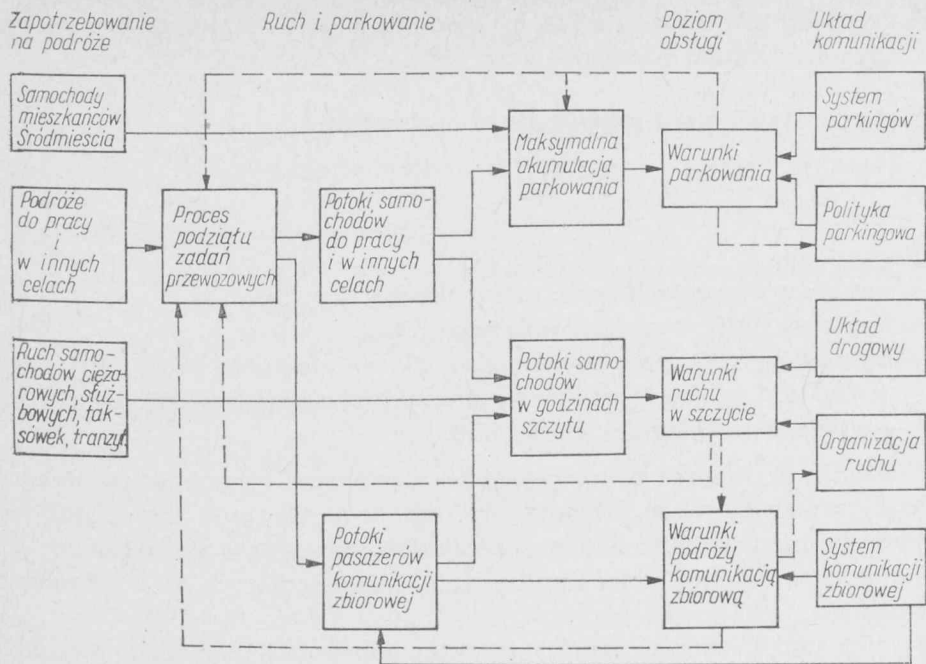
Konsekwencją przemieszczeń są:

- potoki ruchu samochodowego, z których decydujące znaczenie mają potoki w okresie szczytowego ruchu,
- akumulacja parkujących pojazdów; decydujące znaczenie ma akumulacja maksymalna;
- warunki komunikacyjne stanowiące miernik poziomu obsługi, na które składają się:
 - warunki ruchu w okresie szczytowego ruchu,
 - warunki parkowania,
 - warunki podróżowania środkami transportu zbiorowego.

1.4.3 STRUKTURA MODELU

Struktura modelu systemu, pokazana na rysunku 1-2 jest oparta na następujących założeniach i hipotezach:

- system transportu jest zadany;
- potencjalne przemieszczenia, będące funkcją zagospodarowania przestrzennego oraz systemu transportu, są dane w zakresie powstawania i rozkładu przestrzennego;



Rys. 1-2. Model systemu transportu

- podział zadań przewozowych między środki przewozowe jest funkcją poziomu obsługi;
- poziom obsługi jest zależny od warunków ruchu i parkowania;
- warunki ruchu zależą od stosunku natężeń ruchu do przepustowości dróg; warunki parkowania zależą od prawdopodobieństwa znalezienia wolnego miejsca postojowego, wysokości ewentualnych opłat oraz ograniczeń czasu parkowania;
- potoki ruchu i zapotrzebowanie na parkingi są funkcjami podziału zadań przewozowych oraz cech zachowań komunikacyjnych (jak np. udziałów godziny szczytu, współczynników jednoczesności parkowania, współczynników wypełnienia samochodów);
- zmiennymi decyzyjnymi są:
 - organizacja ruchu,
 - organizacja ruchu środków komunikacji zbiorowej (separacja od innych rodzajów ruchu, priorytety itp.),
 - polityka parkingowa (ograniczenia czasu parkowania, zezwolenia, opłaty).

1.4.4 ZALEŻNOŚCI MIĘDZY ELEMENTAMI MODELU

Pełna formalizacja przyjętego modelu jest utrudniona niepełnym rozpoznaniem praw rządzących ruchem miejskim oraz brakiem niektórych danych empirycznych. Podjęta w tym podrozdziale próba takiej formalizacji zawiera

elementy o charakterze hipotez, wymagających weryfikacji. Wydaje się jednak, że próba taka zbliża do nakreślonego celu bardziej, niż przy operowaniu jedynie metodami jakościowymi.

Udział podróży do pracy samochodami osobowymi

$$u_p = 0,1 \cdot \frac{s}{z} \cdot \beta \cdot w_p \quad (1.8)$$

gdzie:

s — wskaźnik motoryzacji [sam.os./tys.mieszk.],

z — wskaźnik ludności zawodowo-czynnej [%],

β — stopień wykorzystania samochodów dla dojazdów do pracy, przy czym $0 \leq \beta \leq 1$, w zależności od warunków ruchu i parkowania,

w_p — wskaźnik wypełnienia samochodu.

Zależność ta (poprzez β) uwzględnia występowanie sprzężenia zwrotnego, polegającego na tym, że przy wyższym stopniu użytkowania samochodu na dojazdy do pracy wzrasta obciążenie układu drogowego i parkingów, aż do wystąpienia warunków ruchu i parkowania, zniechęcających do użytkowania samochodu.

Wynika stąd, że udział podróży do pracy odbywanej samochodem osobowym w znacznym stopniu zależy od przepustowości dróg i chłonności parkingowej (możliwość parkowania w określonym obszarze).

Udział podróży samochodami w innych celach niż związanych z pracą

$$u_i = \alpha \cdot s \quad (1.9)$$

Na podstawie wyników badań ruchu w miastach polskich [12] przyjęto

$$\alpha = 0,002$$

Taka wartość współczynnika α odzwierciedla sytuację, w której udział samochodu w obsłudze podróży w innych celach jest dwukrotnie większy, niżby to wynikało z poziomu motoryzacji.

Założono również, że wykorzystanie samochodów w podróżach w innych celach nie zależy od poziomu obsługi (warunków ruchu i parkowania), co najwyżej następuje zmiana czasu lub punktu docelowego podróży.

Dobowe potoki ruchu samochodowego związane z pracą

$$S_p = \frac{u_p \cdot T_p}{w_p} \quad (1.10)$$

i odpowiednio w innych celach

$$S_i = \frac{u_i \cdot T_i}{w_i} \quad (1.11)$$

gdzie:

T_p, T_i — dobowe liczby podróży pieszych do pracy i w innych celach,

w_p, w_i — wskaźniki napełnienia samochodu.

Maksymalna akumulacja parkujących pojazdów

$$A = A_m + A_p + A_i = 0,001 \cdot s_m \cdot M \cdot r_m + S_p \cdot r_p + S_i \cdot r_i \quad (1.12)$$

gdzie:

A_m, A_p, A_i — akumulacja samochodów mieszkańców danego rejonu oraz akumulacja związana z dojazdami do pracy i w innych celach,

M — liczba mieszkańców,

s_m — wskaźnik motoryzacji mieszkańców danego rejonu [sam. os./tys. mieszk.],

r_m, r_p, r_i — wskaźniki jednoczesności parkowania.

Potoki ruchu w godzinach szczytu

$$N = N_p + N_i + N_t + N_d + N_a \quad (1.13)$$

gdzie:

N_p — natężenie ruchu samochodów prywatnych, związanego z dojazdami do pracy,

N_i — natężenie ruchu samochodów prywatnych, związanego z dojazdami w innych celach,

N_t — natężenie ruchu tranzytowego,

N_d — natężenie ruchu dodatkowego (samochodów ciężarowych, służbowych, taksówek itp.),

N_a — natężenie ruchu autobusowego oraz ewentualnie innych środków transportu publicznego, korzystających z jezdni wspólnie z samochodami.

N_p i N_i można obliczyć z zależności:

$$N_p = S_p \cdot g_p$$

$$N_i = S_i \cdot g_i$$

gdzie:

g_p, g_i — udział ruchu związanego z dojazdami do pracy i w innych celach w godzinach szczytu w stosunku do ruchu dobowego.

Warunki parkowania mierzone stopniem zaspokojenia potrzeb

$$q = \frac{H}{A} \quad (1.14)$$

gdzie H — liczba dostępnych miejsc parkingowych.

W przypadku wprowadzenia priorytetu dla parkowania krótkotrwałego z myślą o zaspokojeniu potrzeb dojeżdżających w innych celach niż do pracy, udział miejsc z ograniczonym parkowaniem powinien wynosić:

$$k = \frac{A_i}{H - A_m} \quad (1.15)$$

Zależność (1.15) wynika z założenia, że mieszkańcy będą parkowali w miejscach obu rodzajów (z ograniczeniami i bez).

Stopień zaspokojenia potrzeb dojeżdżających do pracy

$$q_p = \frac{(H - A_m)(1 - k)}{A_p} = \frac{H - A_m - A_i}{A_p} \quad (1.16)$$

Trudno jest przewidzieć wpływ, jaki będzie miał niedobór parkingów na akumulację parkingową. Na rysunku 1-3 przedstawiono trzy krzywe akumulacji, odpowiadające różnym sytuacjom.

Krzywa akumulacji nieograniczonej odpowiada przypadkowi, w którym pojemność parkingów jest co najmniej równa zapotrzebowaniu.

Pozostałe dwie krzywe dotyczą przypadku deficytu miejsc postojowych przy różnych założeniach polityki parkingowej.

Krzywa A — odpowiada przypadkowi braku ograniczeń czasu parkowania bądź opłat: rzeczywista akumulacja w okresach pozaszczytowych będzie się wówczas pokrywała z akumulacją odpowiadającą zapotrzebowaniu; w okresie szczytu akumulacja będzie równa pojemności parkingowej;

Krzywa B — dotyczy przypadku ograniczeń parkowania długotrwałego; w ciągu całej doby akumulacja rzeczywista będzie wówczas proporcjonalna do odpowiadającej zapotrzebowaniu.

Warunki ruchu można scharakteryzować najlepiej prędkością komunikacyjną, która — jak wiadomo — jest funkcją stosunku natężenia ruchu do przepustowości.

W wykorzystanym w opracowaniu systemie programów komputerowych UTPS^{*)} funkcja ta jest przyjmowana w postaci

$$v = \frac{v_o}{1 + 0,474 \left(\frac{N}{C} \right)^4} \quad (1.17)$$

gdzie:

v — prędkość komunikacyjna przy natężeniu ruchu N ,

v_o — prędkość przy natężeniu ruchu odpowiadającym poziomowi swobody ruchu C , wartość tej prędkości zależy od kategorii drogi,

C — przepustowość odcinka sieci.

Zależność (1.17), której wykres przedstawiono na rysunku 1-4 (krzywa UTPS), nie uwzględnia strat czasu powstających przy

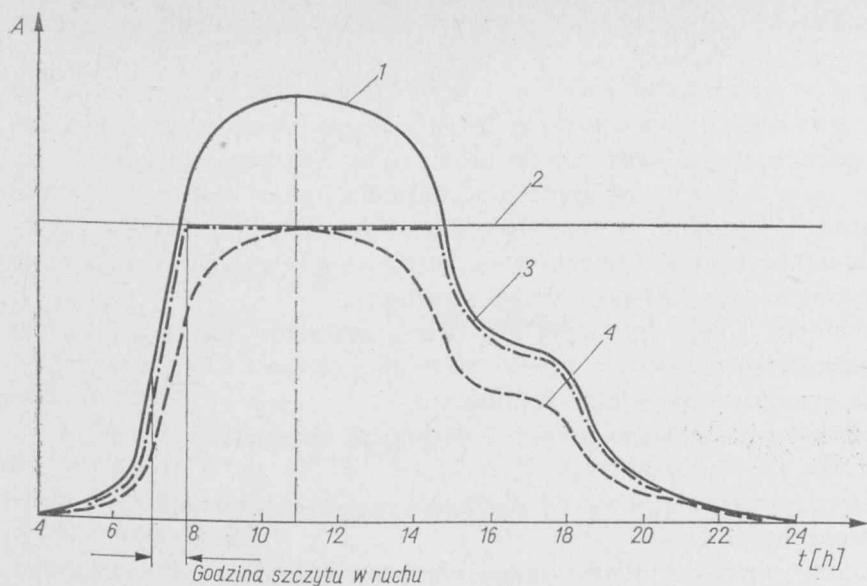
$N \rightarrow C$

a zwłaszcza po przekroczeniu przepustowości, tzn. kiedy

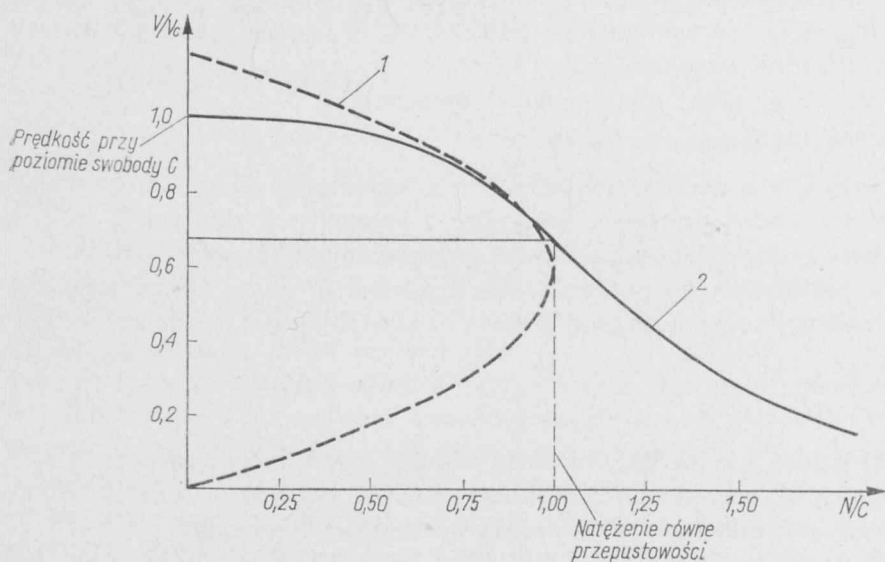
$N > C$

W rzeczywistości zależność między prędkością a obciążeniem odcinka ma charakter paraboliczny, co przedstawia krzywa uzyskana z badań empirycznych.

^{*)} UTPS — Urban Transportation Planning System — System programów komputerowych na IBM 360/370, stosowanych obecnie dość powszechnie w kraju do modelowania i prognozowania ruchu. System jest opisany w [4].



Rys. 1-3. Wpływ deficytu parkingów na krzywą akumulacji parkowania
 1 — akumulacja nieograniczona (zapotrzebowanie), 2 — pojemność parkingów; akumulacja ograniczona; 3 — krzywa A, 4 — krzywa B



Rys. 1-4. Zależność między prędkością ruchu a ilorazem napięcia i przepustowości
 1 — krzywa według badań empirycznych, 2 — krzywa UTPS

Mimo sformułowanych uprzednio zastrzeżeń do postaci zależności (1.17) stosowano ją jednak w dalszej części pracy, ponieważ jej odrzucenie uniemożliwiłoby korzystania z systemu programów UTPS. W ewentualnych dal-

szych zastosowaniach zaproponowanej w pracy metody należałoby stosować postać zależności: obciążenie — prędkość bardziej odpowiadająca rzeczywistości.

Wpływ warunków ruchu i parkowania na podział zadań przewozowych może być opisany w dwojaki sposób, w zależności od przyjętej hipotezy co do praw rządzących tym podziałem.

Hipoteza I jest następująca: podróż samochodem jest na tyle atrakcyjna i bardziej wygodna, że — niezależnie od sprawności komunikacji zbiorowej i relacji kosztów — samochód jest użytkowany w stopniu, wynikającym z przepustowości układu i pojemności parkingów.

Jak wiadomo z wcześniejszych rozważań, występują trzy ograniczenia użytkowania samochodu:

- łączna przepustowość wlotów do obszaru,
- przepustowość sieci wewnętrznej obsługującej obszar,
- pojemność parkingów.

Najostrzejsze z tych ograniczeń wyznacza pojemność komunikacyjną obszaru, oznaczaną przez D .

Wprowadzono pojęcie uogólnionego obciążenia systemu W , mierzonego bądź natężeniem ruchu, bądź akumulacją parkujących pojazdów w zależności od tego czym jest mierzona w danym przypadku pojemność komunikacyjna obszaru.

Jeżeli przez W_{sw} oznaczy się obciążenie przy swobodnym podziale zadań przewozowych (nie uwzględniającym rzeczywistych proporcji kosztów i czasu), to dla $W_{sw} \leq D$, warunki ruchu i parkowania nie wywrą istotnego wpływu na podział zadań przewozowych.

Dla $W_{sw} > D$ część użytkowników samochodów

$$\Delta = W_{sw} - D$$

bądź zrezygnuje z podróży samochodem w określonej porze lub kierunku, bądź zmieni środek transportu (skorzysta z komunikacji zbiorowej).

Hipoteza II zakłada, że stopień wykorzystania samochodów w podróżach do rozpatrywanego obszaru, określony przez β , zależy np. od stosunku czasów podróży samochodem t_{so} i komunikacją zbiorową t_{kz} , czyli:

$$\beta = f\left(\frac{t_{so}}{t_{kz}}\right) \quad (1.18)$$

Należy jednak uwzględnić, że czasy podróży samochodem są funkcją obciążenia układu oraz warunków parkowania (ze względu na czas operacji parkowania w warunkach przeciążenia parkingów), to znaczy:

$$t_{so} = q_1(\beta)$$

W przypadku naziemnej komunikacji zbiorowej, korzystającej z jezdni wspólnie z ruchem samochodowym, również czas podróży środkami komunikacji zbiorowej zależy od natężeń ruchu, a więc

$$t_{kz} = q_2(\beta)$$

Jeżeli przyjmuje się $t_{kz} = \text{const}$ oraz czas podróży samochodem osobowym z równania (1.17), zależność zaś (1.18) w postaci:

$$\beta = \varphi - \delta \frac{t_{so}}{t_{kz}} \quad (1.19)$$

to można napisać równanie:

$$t_{so} = t_o \left\{ 1 + 0,474 \left[\frac{N \left(\varphi - \delta \frac{t_{so}}{t_{kz}} \right)}{C} \right]^4 \right\} \quad (1.20)$$

gdzie:

φ, δ — parametry modelu (1.19),

t_o — czas podróży w warunkach swobody ruchu na poziomie C.

Równanie (1.20) może być wykorzystane do wyznaczenia krytycznej wartości t_{so} , a następnie β_{kr} .

Interpretacja hipotezy II jest następująca: straty czasu spowodowane obciążeniem sieci przez 100 β_{kr} [0/0] potencjalnych użytkowników samochodów są dokładnie takie, że 100 (1 — β_{kr}) [0/0] tych użytkowników zrezygnuje z podróży samochodem.

Ten sposób rozumowania można kontynuować, zmieniając t_{kz} , a także wprowadzając dodatkowo ograniczenie wartości β przez pojemność komunikacyjną obszaru D.

1.5 POJEMNOŚĆ UKŁADU DROGOWO-PARKINGOWEGO ŚRÓDMIEŚCIA WARSZAWY

1.5.1 UWAGI WSTĘPNE

Scharakteryzowany w podrozdziale 1.4 model systemu transportu zastosowano do analizy pojemności układu drogowo-parkingowego śródmieścia Warszawy.

Ze względu na zakres posiadanych danych wyjściowych oraz możliwości zespołu autorskiego analizę ograniczono do obszaru lewobrzeżnej części śródmieścia funkcjonalnego (rys. 1-5) o powierzchni około 14,5 km². Obszar ten będzie nazywany dalej śródmieściem.

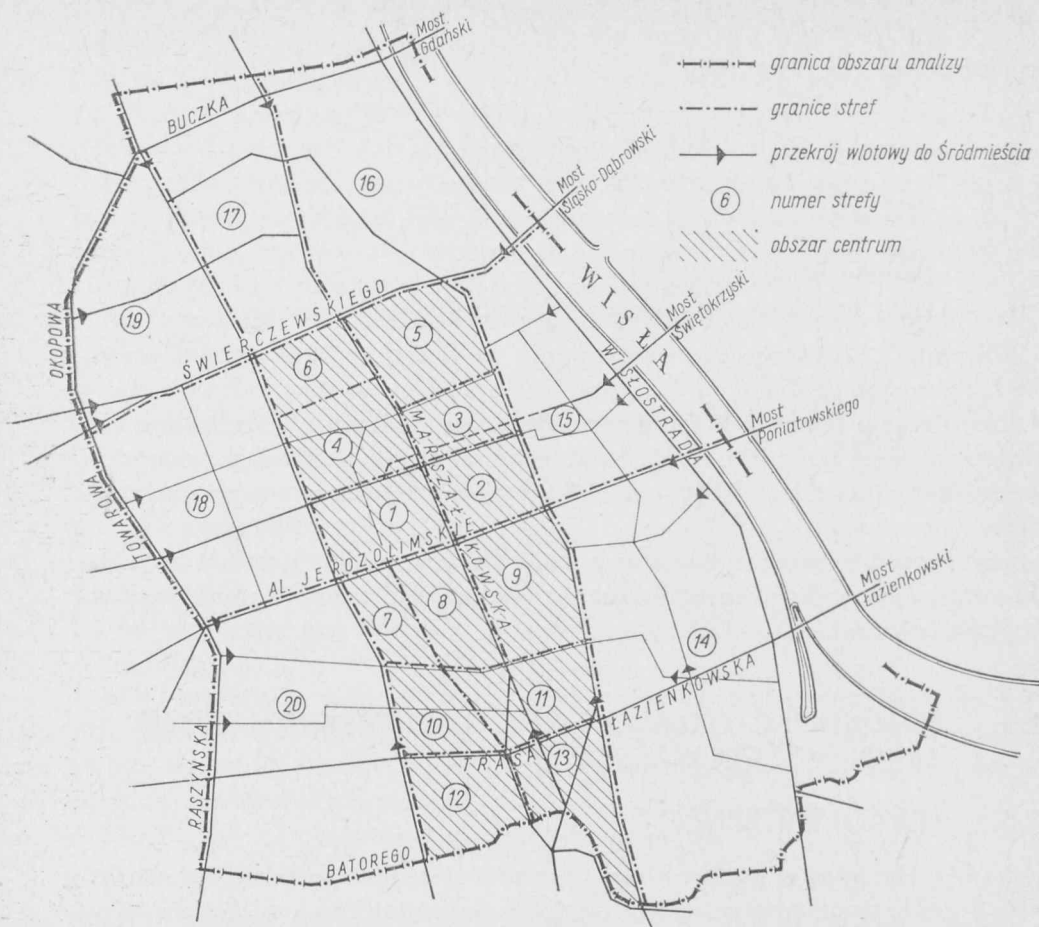
W obszarze śródmieścia wyodrębniono ponadto obszar o największej gęstości zabudowy i koncentracji punktów docelowych o około 5,2 km² powierzchni, który będzie nazywany obszarem centrum (rys. 1-5).

Analizowany obszar śródmieścia podzielono na 20 stref, które:

- we właściwym centrum pokrywają się z rejonami komunikacyjnymi według podziału zastosowanego przez Biuro Planowania Rozwoju Warszawy (BPRW)*),
- w pozostałym obszarze stanowią grupy rejonów komunikacyjnych.

Dla celów analizy ruchu na wlotach do obszaru określono kordon, przechodzący przez wszystkie trasy prowadzące do obszaru śródmieścia położonego na północ od Trasy Łazienkowskiej (rys. 1-5). Niezgodność kordonu

*) Między innymi przy badaniach ruchu i parkowania [18].



Rys. 1-5. Śródmieście Warszawy — granice i podział obszaru analizy pojemności układu drogowo-parkingowego śródmieścia Warszawy

i granicy obszaru analizy została spowodowana charakterem Trasy Łazienkowskiej, która prowadzi ruch tranzytowy w tak dużym stopniu, iż jej traktowanie jako trasy wewnętrznej śródmieścia zmniejszyłoby wyniki analiz w większym stopniu niż wspomniana niezgodność.

W stosunku do modelu omówionego w podrozdziale 1.4 wprowadzono pewne uproszczenia:

- przeprowadzono niezależne obliczenia przepustowości sieci ulicznej i pojemności parkingów: łączna analiza obu miar pojemności komunikacyjnej była uniemożliwiona brakiem danych do oszacowania parametrów modelu wpływu ograniczeń pojemności komunikacyjnej na podział zadań przewozowych, równanie (1.19). Ponieważ podział zadań przewozowych odpowiadający stanowi równowagi nie mógł być wyznaczony analitycznie, przeprowadzono obliczenia dla kilku założonych wariantów po-

działu i określono stan najbardziej zbliżony do równowagi na podstawie oceny warunków podróżowania samochodem;

— rozpatrzono jedynie podróże do obszaru analizy: ruch tranzytowy uwzględniono szacunkowo.

Całość obliczeń przeprowadzono dla stanu spodziewanego w 1990 roku.

1.5.2 DANE WYJŚCIOWE

Dane dotyczące ruchu i parkowania w śródmieściu Warszawy przedstawiają tablice 1-1 i 1-2, opracowane na podstawie wyników badań i inwentaryzacji przeprowadzonych przez BPRW w 1975 r. i 1977 r.

Tablica 1-1

Suma natężeń ruchu w godzinie szczytu popołudniowego na trasach przecinających kordon (wyjazdy ze śródmieścia)

Rodzaj ruchu	Rok	
	1975	1977
Ruch samochodowy ogółem [E/h]	14 050	15 830
Ruch samochodów ciężarowych [P/h]	630	530
Ruch autobusów [P/h]	1 280	brak danych

Tablica 1-2

Miejsca postojowe i parkujące pojazdy w roku 1977

Obszar	Liczba miejsc parkingowych	Liczba parkujących samochodów w szczycie
Śródmieście	42 218	23 250
Centrum	10 545	12 730

Wyniki inwentaryzacji parkingów i badań parkowania, przeprowadzonych w 1977 r. prowadzą do wniosku, że w ścisłym centrum istnieje deficyt miejsc postojowych dla 21⁰/₀ pojazdów zaobserwowanych w szczycie parkowania.

Jest to niezgodne z rezultatem obserwacji prawidłowości parkowania, z których wynika, że tylko niewielka część pojazdów parkuje niezgodnie z przepisami. Oznacza to, że bądź inwentaryzacja miejsc parkowania, bądź badanie zgodności parkowania z przepisami są obarczone błędem.

Dane dotyczące: przewidywanych zmian w zagospodarowaniu przestrzennym, prognozy motoryzacji oraz prognozy dojazdów do śródmieścia zestawiono w tablicach 1-3, 1-4 i 1-5.

Dane te, dotyczące roku 1990, przyjęto z Projektu Systemu Transportowego Województwa Stołecznego Warszawskiego [18].

Z analizy danych zawartych w tablicach wynika, że jeśli chodzi o podróże w celach innych niż praca, prognozy BPRW zakładają poważne zmniejszenie udziału tych podróży kończonych w śródmieściu (z 51,7⁰/₀ w 1969 r. wg badań [17] do 25⁰/₀ w 1990 r.). Zmniejszenie to miałyby być spowodowane zakładanym bardziej harmonijnym rozwojem usług na terenie całej War-

Tablica 1-3

Mieszkańcy i miejsca pracy w śródmieściu

	Rok	
	1975	1990
Mieszkańcy	269 000	209 400
Zatrudnieni	314 400	300 800

Tablica 1-4

Porównanie prognoz podróży do śródmieścia — 1990 r.

Rodzaj podróży	Prognoza wg [18]		Przyjęto do obliczeń		Uwagi
	Liczba podróży [pż/24h]	Podróże w całym mieście [%]	Liczba podróży [pż/24h]	Podróże w całym mieście [%]	
Dom-praca	255 900	26,7	255 900	26,7	podróże piesze i niepiesze
Dom — inne cele oraz nie związane z domem	124 660	25,2	248 200	50,0	podróże niepiesze

Tablica 1-5

Prognoza motoryzacji w Warszawie

Rodzaje pojazdów		1975	1990
Samochody osobowe (Warszawa)	[P/tys. mieszk.]	83	210*
Samochody osobowe (śródmieście)	[P/tys. mieszk.]	106	180
Taksówki	[P]	4335	6500**
Samochody służbowe	[P]	5730	5000**

* W zależności od rejonu 180÷240 P/tys. mieszk.

** Wobec braku prognozy liczby taksówek i samochodów służbowych założono wzrost liczby taksówek o 50% oraz zmniejszenie liczby samochodów służbowych o 15%.

szawy. Takie zmniejszenie się udziału podróży do śródmieścia oznaczałoby spadek znaczenia tego obszaru jako głównego ośrodka aktywności administracyjnej, usługowej i kulturalnej, co wydaje się mało prawdopodobne.

Ponadto nie wydaje się, aby w najbliższej przyszłości została zwiększona radykalnie liczba usług na terenach pozaśródmiejskich.

W związku z tym przyjęto do dalszych obliczeń, że udział podróży w innych celach, kończonych w śródmieściu, utrzyma się na poziomie 50%.

Dla przeprowadzenia obliczeń na emc wykorzystano zapisaną na taśmie

magnetycznej macierzy podróży dom-praca z prognozy ruchu BPRW, opracowanej w pracy [18]. Fragment macierzy potrzebny do obliczeń zawiera 448 wierszy i 48 kolumn. Odpowiadają one 448 rejonom wyjazdowym na terenie Województwa Stołecznego i 48 rejonom przyjazdowym w śródmieściu.

Suma wszystkich elementów tego fragmentu macierzy, oznaczająca liczbę podróży dom-praca, kończonych w śródmieściu w ciągu doby, wynosi 255 900.

Założenia dotyczące rozwoju układu drogowego przyjęto zgodnie z Projektem Systemu Transportowego WSW na rok 1990 [18].

Założenia te na obszarze śródmiejskim obejmują m.in.:

- modernizację północno-zachodniej części obwodnicy śródmiejskiej (Raszewska—Towarowa—Okopowa—Buczka),
- budowę trasy mostowej Świętokrzyskiej z tunelem do wysokości ul. Emilii Plater,
- poszerzenie niektórych wlotów do śródmieścia.

Do obliczeń komputerowych wykorzystano kod podstawowej sieci drogowej WSW przechowywany na taśmie magnetycznej. Sieć zawiera 1503 węzły i 3688 odcinków^{*)}. W zapisie sieci każdy odcinek jest opisany za pomocą czterech zmiennych: długości, liczby pasów, typu drogi i typu obszaru.

Program wykorzystujący zapis sieci drogowej umożliwia przyjęcie dowolnych założeń odnośnie przepustowości i prędkości ruchu dla odcinków w zależności od typu drogi i obszaru.

Założenia te, przyjęte w dalszych obliczeniach, zestawiono w tablicy 1-6.

Tablica 1-6

Prędkości i przepustowości w układzie drogowym¹⁾

Prędkość [km/h] Przepustowość [E/h/pas]		Obszar			
		śródmiejski	miejski		poza- miejski
			zabudowany	niezabudowany	
	PI, PII	48 1200	56 1500	64 1500	72 1500
Typ drogi	Arterie (NI, NII, NIII)	32 750	40 800	48 900	56 900
	N IV	24 500	32 600	40 600	48 600

¹⁾ Podane prędkości [km/h] odpowiadają poziomowi swobody ruchu C, a przepustowości [E(h) pas] poziomowi swobody ruchu E i jednemu kierunkowi ruchu

^{*)} Terminy odcinek i węzeł są używane w tym przypadku zgodnie z zasadą powszechnie stosowaną w kodowaniu sieci do obliczeń komputerowych. Termin węzeł oznacza punkt styku odcinków i jest stosowany zarówno dla skrzyżowań jednopoziomowych, jak i węzłów wielopoziomowych.



Rys. 1-6. Układ drogowy śródmieścia Warszawy w roku 1990

Podstawowy układ drogowy, przyjęty do analizy, przedstawiono na rysunku 1-6.

Możliwości rozwoju parkingów określono na podstawie opracowania [22], z którego wynika, że w śródmieściu istnieje możliwość zlokalizowania dodatkowo łącznie 162 parkingów wielopoziomowych. Większość dodatkowych miejsc parkingowych zlokalizowano by w parkingach podziemnych.

W poszczególnych etapach rozbudowy istnieje możliwość uzyskania następującej liczby dodatkowych miejsc parkingowych:

etap I	7 530
perspektywa	31 925
kierunek	5 720
razem	<u>45 175</u>

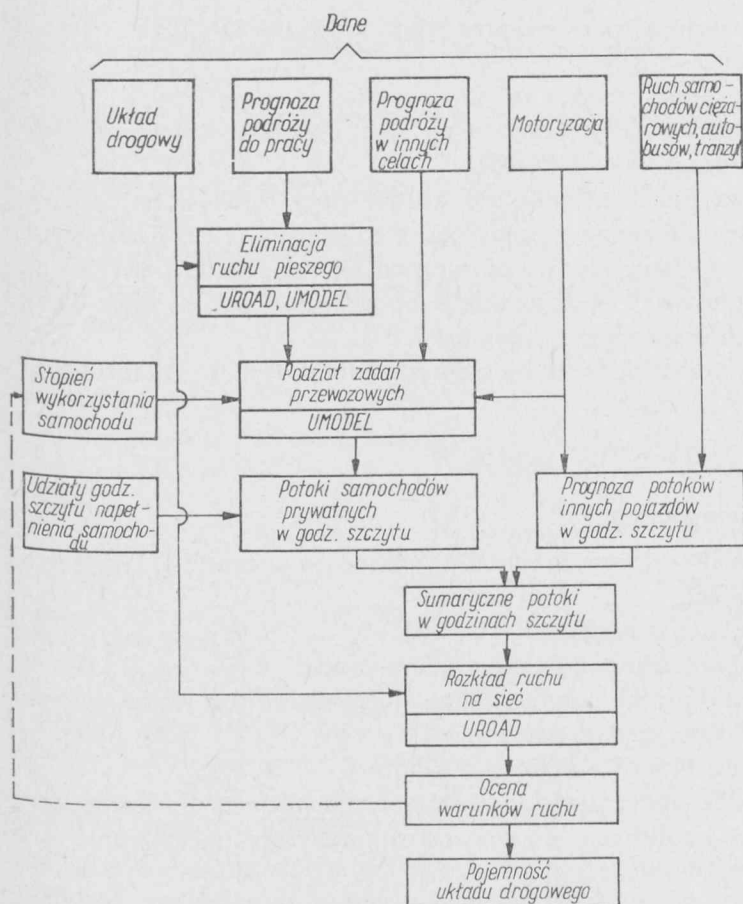
W dalszych obliczeniach przyjęto, jako maksymalną możliwą do zrealizowania do roku 1990, liczbę 39 455 miejsc postojowych, czyli sumę dwu pierwszych etapów.

1.5.3 POJEMNOŚĆ UKŁADU DROGOWEGO

Metoda określenia pojemności układu

Przyjętą metodę określenia pojemności układu drogowego w 1990 r. zilustrowano na schemacie (rys. 1-7). Ze względu na niekompletne dane oraz ograniczone możliwości przeprowadzenia obliczeń, w stosunku do modelu opisanego w podrozdziale 1.4, przyjęto następujące uproszczenia:

- założono, że wszystkie podróże w godzinach szczytu porannego mają rozkład przestrzenny analogiczny, jak podróże w relacji dom-praca,
- ograniczenia (parkingowe, przepustowością wlotów bądź przepustowością układu wewnętrznego) wpływają na redukcję dojazdów samochodami do pracy; pogorszenie się warunków ruchu nie wpływa na wielkość ruchu w innych celach oraz taksówek, samochodów służbowych itp.,
- ograniczenia jw. nie powodują zmiany udziału godziny szczytu,
- pominięty jest wpływ przeciążenia sieci ulicznej na prędkość środków komunikacji zbiorowej.



Rys. 1-7.
Schemat obliczeń
pojemności układu
drogowego

Obliczenia przeprowadzono na emc IBM 370, wykorzystując system programów UTPS (Urban Transportation Planning System).

Eliminacja ruchu pieszego

W celu określenia udziału podróży dom-praca, wykonywanych pieszo, wykorzystano model opisany w [4]:

$$u_{np} = c \left[1 - e^{-b(L-a)} \right]. \quad (1.21)$$

gdzie:

u_{np} — udział ruchu niepieszego,

L — odległość między rejonami mierzona po sieci drogowej,

a, b, c — parametry modelu.

Wartości parametrów przyjęto na podstawie wyników szacowania parametrów modelu, wykonanego w ramach opracowywania wyników kompleksowych badań ruchu przeprowadzonych w Łodzi [24] i Krakowie [17]:

$a = 0,5$ km,

$b = 0,703$ km,

$c = 1,03$ km.

Obliczenia przeprowadzono wykorzystując program UMODEL. Danymi wyjściowymi do obliczeń były:

— macierz podróży dom-praca;

— macierz odległości między rejonami po sieci drogowej uzyskana z kodu sieci drogowej programem UROAD.

Algorytm polegał na określeniu dla każdej pary rejonów wyjazdowych i przyjazdowych udziału ruchu niepieszego z zależności (1.21) i przemnożeniu go przez ogólną liczbę podróży dom-praca. W ten sposób powstała macierz podróży niepieszych*). Średni udział podróży pieszych w relacji dom-praca, kończonych w śródmieściu wyniósł 7,1%.

Oznacza to, że liczba podróży niepieszych kończonych w obszarze śródmieścia

$$T_p = 0,929 \cdot 255\,900 = 237\,730 \text{ pż}/24 \text{ h}$$

Udział podróży samochodami

Udział podróży do pracy samochodami obliczono ze wzoru (1.8) wykorzystując program UMODEL.

Jako dane wyjściowe przyjęto:

— macierz podróży niepieszych w relacji dom-praca;

— proponowane wskaźniki motoryzacji, zróżnicowane dla rejonów w granicach 180 ÷ 240 sam. os./tys. mieszk.;

— wskaźnik udziału ludności czynnej zawodowo — 54,1%.

Program UMODEL oblicza udział podróży samochodami dla każdego rejonu wyjazdowego w zależności od wskaźnika motoryzacji, a następnie mno-

*) Wszystkie macierze mają wymiary 448×448, jednakże obliczenia ograniczono do 48 kolumn odpowiadających podróżom kończonym w śródmieściu.

ży go przez odpowiedni wiersz macierzy podróży pieszych. W ten sposób powstaje macierz bazowa podróży samochodami w relacji dom-praca.

Udział podróży samochodami zależy od stopnia wykorzystania samochodu. Dla obliczenia bazowej macierzy podróży samochodami założono, że stopień wykorzystania samochodu $\beta = 1,0$; odpowiada to przypadkowi wykorzystania dla dojazdu do pracy 100% samochodów, posiadanych przez mieszkańców danego rejonu. W dalszych obliczeniach, prowadzonych dla różnych wariantów wykorzystania samochodu, mnożono całą macierz bazową przez współczynnik $\beta < 1$.

Dla $\beta = 1,0$ średni udział podróży samochodami w podróżach pieszych w relacji dom-praca wyniósłby 31,4%.

Udział podróży samochodami w innych celach obliczono średnio dla całego obszaru analizy z zależności (1.9.). Dla przyjętych poprzednio wskaźników motoryzacji udział ten wyniósłby 42%.

Potoki ruchu samochodów prywatnych

Dobowe oraz szczytowe potoki ruchu samochodów prywatnych obliczono z macierzy bazowej podróży samochodami, wykorzystując wzory (1.10.) i (1.11.).

Parametry rachunku przyjęto za Projektem systemu transportowego WSW [18]:

- a) wskaźniki napelnienia samochodu (os./poj.) przy podróży do pracy — 1,2, w innych celach — 1,3,
- b) udziały godziny szczytu dla podróży: dom-praca — 0,40, w innych celach — 0,0375.

Sumaryczne wyniki, obejmujące kolejne podróże do pracy oraz w innych celach, zestawiono w tablicy 1-7.

Tablica 1-7

Podróże kończone w śródmieściu — 1990 r.

Wielkość	Oznaczenie	Cel	
		praca	inne
Podróże ogółem	T	255 900	—
Podróże piesze	T_p, T_i	237 730	248 200
Podróże samochodami		74 560	104 230
Dobowy potok samochodowy	S_p, S_i	62 130	80 180
Szczytowy potok samochodowy	N	24 850	3 010

Potoki ruchu innych pojazdów

Wielkości obliczone uprzednio nie obejmują ruchu pojazdów takich, jak: autobusy, samochody ciężarowe, samochody służbowe i taksówki, oraz pojazdów przejeżdżających przez śródmieście tranzytem. Udział tych grup po-

jazdów w ruchu na sieci śródmiejskiej jest poważny i nie może być pominięty. Niestety w opracowanych dotąd przez BPRW prognozach ruchu udział ten nie był bliżej określony.

W ramach tego opracowania nie istniały możliwości wyczerpania tematu w sposób ścisły. Podjęto jedynie próbę szacunkowego określenia wielkości narzutu, jaki należy zastosować w stosunku do potoków poprzednio obliczonych

- a. **Ruch autobusów.** Przyjęto, że ruch ten w śródmieściu będzie wzrastał w latach 1975—1980, następnie zaś nastąpi jego stabilizacja. W latach 1973—1975 zaobserwowano wzrost ruchu autobusów o około 2,1% rocznie. Przyjmując tę stopę wzrostu dla okresu 1975—1980 oraz wychodząc z obliczonej liczby autobusów przecinających kordon w 1975 r. otrzymano dla 1980 r:

$$N_a = 1282 \cdot 1,021^5 = 1420 \text{ P/h}$$

- b. **Samochody ciężarowe.** Przyjęto, że natężenie ruchu samochodów ciężarowych na wlotach i sieci wewnętrznej śródmieścia nie będą wzrastały. Stabilizacja ta nastąpi pod wpływem dwóch przeciwnie oddziałujących czynników: wzrostu ruchu pojazdów dostawczych i obsługujących obszar oraz redukcji ruchu innych pojazdów w wyniku zakazów administracyjnych oraz na skutek trudnych warunków przejazdu.

Zmierzony szczytowy potok^{*)} ruchu samochodów ciężarowych na wylotach ze śródmieścia wynosi około 600 P/h. Według badań przeprowadzonych w NRD, ruch samochodów ciężarowych w szczycie porannym jest wyższy niż w szczycie popołudniowym o około 27%. Przyjmując ten współczynnik zwiększający otrzymano dla godziny szczytu porannego wartość

$$N_c = 600 \cdot 1,27 = 762 \text{ P/h}$$

- c. **Samochody służbowe.** Zbadana w Krakowie i Łodzi szczytowa ruchliwość samochodów służbowych wynosi około 1,0 jazdy/h. Uwzględniając liczbę samochodów służbowych (por. tabl. 1.6) oraz przyjmując proporcjonalność udziału podróży służbowych do śródmieścia i udziału liczby tam zatrudnionych (26,8% miejsc pracy będzie zlokalizowane w analizowanym obszarze śródmieścia) otrzymuje się potok godziny szczytowej:

$$N_s = 5000 \cdot 1,0 \cdot 0,268 = 1340 \text{ P/h}$$

- d. **Taksówki.** Dla prognozy wzrostu liczby taksówek o 50% (por. tabl. 1.6) oraz założonego wzrostu ruchliwości z 1,1 jazdy/h w stanie istniejącym do około 1,5 jazdy/h oszacowano potok ruchu taksówek, zakładając, że udział kursów związanych ze śródmieściem będzie identyczny jak udział podróży do śródmieścia w innych celach (50%). Otrzymany potok:

$$N_{t,x} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 6500 = 4875 \text{ P/h}$$

- e. Ruch tranzytowy samochodów osobowych. Brak jest wyników badań stanu istniejącego. Dla oszacowania wielkości ruchu tranzytowego wykorzystano prognozę ruchu BPRW [18] dla godziny szczytu porannego. Według tej prognozy udział podróży tranzytowych w stosunku do analizowanego obszaru będzie stanowił 35% całości ruchu samochodów osobowych na wlotach i osiągnie wartość 4200 P/h. Wartość tę przyjęto do obliczeń.

Całkowity ruch w godzinie szczytu

Całkowity ruch w godzinie szczytu obliczono sumując wszystkie omówione w punktach a÷e składowe oraz przewidywane dojazdy do pracy samochodami. Wyniki zestawiono w tabelicy 1-8.

Wykorzystując dane zawarte w tabelicy 1-8 określono łączną liczbę jazd pojazdów umownych w godzinie szczytu na obszarze analizy dla różnych wariantów stopnia wykorzystania samochodów w dojazdach do pracy. Wyniki zestawiono (po zaokrągleniu) w tabelicy 1-9.

Z analizy danych tabelicy 1-9 wynika, że sumaryczne obciążenie badanego

Tabelica 1-8

Potoki ruchu samochodowego na obszarze śródmieścia

Rodzaj ruchu	P/h	Współczynnik przeliczeniowy	E/h
Autobusy	1420	2,0	2840
Samochody ciężarowe	762	1,6	1220
Samochody służbowe	1340	1	1340
Taksówki	4880	1	4880
Tranzyt	4200	1	4200
Samochody osobowe (inne cele)	3010	1	3010
Razem	—		17490
Samochody osobowe * (praca)	24850	1	24850

* Przy pełnym wykorzystaniu samochodów dla dojazdów do pracy, tzn. dla $\beta = 1$

Tabelica 1-9

Sumaryczne potoki ruchu samochodowego na obszarze śródmieścia przy różnych wariantach wykorzystania samochodu w dojazdach do pracy

Stopień wykorzystania samochodów	Potok samochodów do pracy [E/h]	Pozostałe potoki [E/h]	Potok sumaryczny [E/h]
0,1	2 500	17 500	20 000
0,3	7 500	17 500	25 000
0,5	12 500	17 500	30 000
0,7	17 500	17 500	35 000
0,9	22 500	17 500	40 000

obszaru ruchem samochodowym będzie bardzo się wahało w zależności od stopnia wykorzystania samochodów osobowych w dojazdach do pracy. Łączny potok przy wykorzystaniu 90% samochodów posiadanych przez osoby zatrudnione w śródmieściu przewyższałby o 100% potok, jaki wystąpi przy wykorzystywaniu tylko 10% dostępnych samochodów.

Dane zawarte w tablicy 1-9 wykorzystano w dalszej części analizy.

Natężenie ruchu w sieci

Natężenia ruchu, jakie wystąpią na odcinkach sieci, obliczono za pomocą programu UROAD. Program ten wykorzystuje znany algorytm rozkładu ruchu na sieć w wersji, pozwalającej na uwzględnienie wpływu ograniczonej przepustowości na ten rozkład.

Idea algorytmu polega na:

- wyborze drogi przejazdu z rejonu początkowego do końcowego według kryterium długości drogi i czasu przejazdu (z uwzględnieniem względnej wartości zaoszczędzonego czasu w stosunku do nadkładanej drogi);
- obciążeniu wybranych dróg między każdą parą rejonów podróжами wykonywanymi między tymi rejonami;
- sumowaniu potoków ruchu na odcinkach sieci i obliczaniu z zależności (1.17) rzeczywistych czasów przejazdu odcinków odpowiadających tym potokom;
- poszukiwaniu — za pomocą rachunku iteracyjnego — takiego rozkładu ruchu, przy którym przyjęte do obliczeń czasy przejazdu poszczególnych odcinków są wystarczająco zbliżone do rzeczywistych czasów przejazdu w warunkach uzyskanego obciążenia sieci.

Szczegółowy opis algorytmu można znaleźć w opracowaniu [4]. Danymi wyjściowymi do obliczeń programem UROAD były:

- kod sieci drogowej,
- macierz bazowa podróży samochodami dom-praca,
- tabela wyjściowych prędkości i przepustowości (tabl. 1-5),
- parametr określający stosunek wartości nadkładanej drogi do zaoszczędzonego czasu (za Projektem systemu transportowego WSW przyjęto $\gamma = 48$ km/h).

Zgodnie z założeniem, że wszystkie podróże samochodami w szczycie porannym mają rozkład przestrzenny taki, jak podróże w relacji dom-praca wykorzystano do obciążenia sieci macierz bazową podróży dom-praca. W kolejnych wariantach obliczeń elementy tej macierzy mnożono przez taki współczynnik skalujący, aby potok sumaryczny (suma elementów macierzy) osiągnął żądaną wielkość (por. tabl. 1-9).

Obliczenia przeprowadzono dla pięciu charakterystycznych wartości współczynnika wykorzystania samochodów dla dojazdów do pracy (β wynosi 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9) oraz przy założeniu nieograniczonej przepustowości sieci (wariant 0).

Dodatkowo przeprowadzono obliczenia dla wariantu minimalnego obciążenia ruchem (15 000 E/h).

Obliczenia dla wariantu 0 przeprowadzono w celu uzyskania bazy porów-

nawczej do określenia strat czasu, jakie wystąpią przy ograniczonej przepustowości. Obliczenie wariantu minimum a następnie stopniowe zwiększanie współczynnika β umożliwiło śledzenie procesu napełniania układu ruchem samochodowym, a zwłaszcza wykrycie odcinków newralgicznych, których przepustowość zostanie wyczerpana w pierwszej kolejności.

Wyniki obliczeń wykorzystano do oceny warunków ruchu, jakie wystąpiłyby przy różnych wartościach współczynnika β .

Ocena warunków ruchu

Warunki ruchu oceniono analizując dla poszczególnych wariantów dane wyjściowe:

- prędkość, czas podróży i straty czasu ogółu dojeżdżających do śródmieścia samochodami,
- stopień przeciążenia sieci w śródmieściu,
- stopień przeciążenia wlotów do śródmieścia.

Prędkość, czas podróży i straty czasu w poszczególnych wariantach zestawiono w tablicy 1-10. Dane zawarte w tablicy dotyczą całości podróży (od punktu rozpoczęcia — w śródmieściu lub poza nim — do punktu zakończenia — w śródmieściu). Strata czasu jest obliczana jako iloczyn liczby pojazdów na sieci (potok sumaryczny) i różnicy między średnim czasem podróży w danym wariantcie a średnim czasem minimalnym, obliczonym przy założeniu swobodnych warunków ruchu.

Ze względu na cechy stosowanego oprogramowania nie było możliwe wydzielenie strat czasu powstających przy poruszaniu się w obrębie granic analizowanego obszaru. Spadki prędkości na sieci w granicach śródmieścia są znacznie większe, niż spadki średniej prędkości przedstawione w tablicy 1-10. Analizując wydłużenie czasów podróży należy zatem brać pod uwagę wartości bezwzględne.

Dodatkowo należy uwzględnić to, że straty czasu obliczone za pomocą

Tablica 1-10

Warunki podróży samochodem do śródmieścia przy różnych sumarycznych potokach ruchu

Kryterium oceny	Wariant						
	nieograniczona przepustowość	minimum					
			0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Sumaryczny potok [E/h] na sieci	25 000	15 000	20 000	25 000	30 000	35 000	40 000
Średnia prędkość [km/h]	32,4	31,1	30,9	30,2	29,5	28,7	27,9
Średni czas podróży [min]	20,0	20,4	20,6	21,1	21,6	22,2	23,1
Całkowita strata czasu [h]	0	100	200	453	800	1283	2067

dysponowanego oprogramowania są zaniżone. Wynika to z charakteru zależności (1.17) między obciążeniem odcinka a prędkością jazdy, zilustrowanej na rysunku 1-4. Spadek prędkości, największy przy natężeniach ruchu zbliżonych do przepustowości, maleje po przekroczeniu przepustowości. Nie odpowiada to w pełni rzeczywistości, bowiem po przekroczeniu przepustowości pojawiają się kolejki i następują nieproporcjonalnie większe straty czasu. Tak więc ocena wyników na podstawie analizy zmian prędkości i strat czasu nie jest wystarczająca i konieczne są inne mierniki tej oceny.

Stopień przeciążenia śródmiejskiej sieci drogowej określono sumując długości odcinków, na których obciążenie przekroczy wartości krytyczne, tj. gdy:

- natężenie ruchu przekroczy 75% przepustowości, ale będzie mniejsze niż przepustowość, czyli wystąpią warunki ruchu na poziomie swobody ruchu E,
- natężenie ruchu przekroczy przepustowość.

Stopień przeciążenia obliczono dla każdego wariantu z wydruków programu UROAD, który podaje sumy długości odcinków w poszczególnych klasach obciążenia. Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 1-11.

Z tablicy tej wynika, że przy liczbie pojazdów korzystających z sieci śródmiejskiej w godzinie szczytu wynoszącej 30 tys. E (co odpowiada $\beta = 0,5$) na niemal 50% długości sieci będzie występowało obciążenie zbliżone do przepustowości lub je przekraczające. Sytuację taką uznano za graniczną, możliwą do tolerowania przez użytkowników.

Za pożądane, z punktu widzenia analizowanego kryterium, można by uznać obciążenie sieci rzędu 20÷25 tys. E/h ($\beta = 0,1\div 0,3$). Przy obciążeniu tym przepustowość będzie przekroczone na 2÷10% długości sieci, na dalszych zaś 10÷20% długości sieci wystąpią warunki ruchu na poziomie swobody ruchu E.

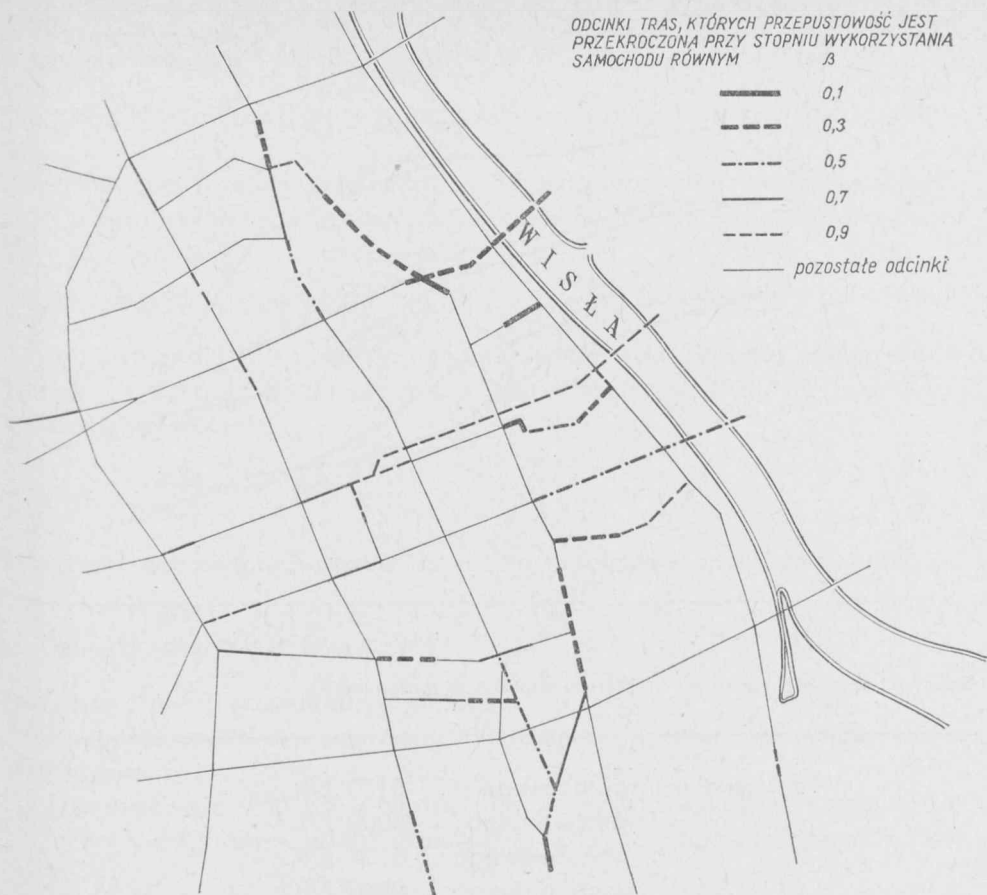
Dla uzyskania możliwości lepszej ilustracji sytuacji opracowano plan sieci (rys. 1-8) z oznaczeniem odcinków, których przepustowość będzie przekroczone. Odcinki sklasyfikowano według wielkości obciążenia, przy którym nastąpi przekroczenie tej przepustowości.

Tablica 1-11

Stopień przeciążenia śródmiejskiej sieci drogowej przy różnych sumarycznych potokach ruchu

Poziom swobody ruchu	Stosunek natężenia do przepustowości	Udział długości przeciążonych odcinków śródmiejskiej sieci drogowej*) przy liczbie pojazdów na sieci wynoszącej tys. E/h					
		15	20	25	30	35	40
E	0,75÷1,0	1,9	9,7	21,4	29,1	38,8	61,2
Gorszy niż E	$\geq 1,0$	0	2,0	9,9	17,5	25,2	38,8
E i gorszy niż E	$\geq 0,75$	1,9	11,7	31,3	46,6	64,0	100,0

*) W procentach ogólnej długości sieci



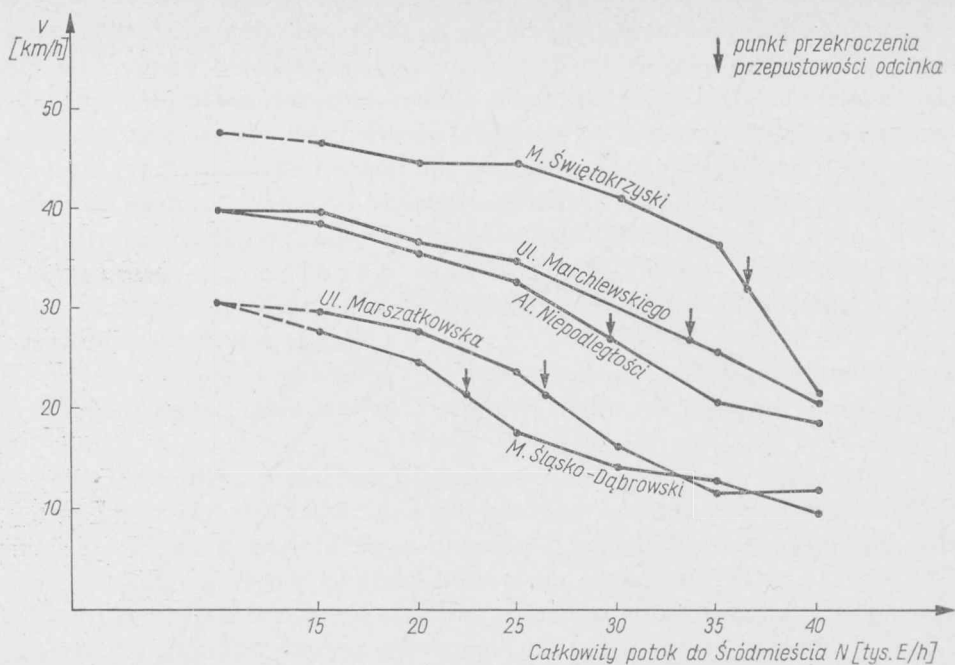
Rys. 1-8. Przeciążenie śródmiejskiej sieci drogowej

Z analizy rozmieszczenia tych odcinków wynika, że stosunkowo najszybciej wystąpi przeciążenie tras prowadzących do środka obszaru z południa i wschodu (przy 30 tys. E/h), następnie zaś z północy (przy 35 tys. E/h). Warunki ruchu na wlotach do śródmieścia oceniono na podstawie analizy prędkości ruchu w szczycie oraz przez porównanie sumarycznego natężenia ruchu z sumaryczną przepustowością wlotów przecinających ustalony kordon.

Prędkości ruchu na wybranych trasach wlotowych przedstawiono na rysunku 1-9, z którego wynika, że prędkości te ze wzrostem sumarycznej liczby pojazdów maleją szybciej niż prędkości średnie zestawione w tablicy 1-10.

Łączną przepustowość wlotów do śródmieścia obliczono sumując przepustowość odcinków objętych zakodowaną siecią oraz dodatkowo przepustowość wlotów drugorzędnych (nie oznaczonych na rysunkach), nie ujętych w obliczeniach na emc:

przepustowość wlotów sieci podstawowej



Rys. 1-9. Prędkości ruchu na niektórych wlotach do śródmieścia

z kierunku:	północnego	3150 E/h
	wschodniego	8000 E/h
	południowego	6100 E/h
	zachodniego	9850 E/h
	razem	27100 E/h
wloty drugorzędne 8×300		2400 E/h
	ogółem	29500 E/h

Wartość 29 500 E/h zredukowano o $4 \times 750 = 3000$ E/h ze względu na konieczność wydzielenia na niektórych wlotach pasów dla ruchu autobusowego (po jednym pasie dla każdego kierunku wlotowego).

Całkowite natężenie ruchu na wlotach obliczono przyjmując, że spośród ogółu podróży kończonych w śródmieściu kordon będzie przecinało 82% pojazdów (po odliczeniu podróży wewnątrzśródmiejskich i kończonych w południowej części obszaru analizy znajdującej się poza kordonem).

Przepustowość wlotów będzie wykorzystana częściowo przez ruch autobusów, samochodów ciężarowych, służbowych, taksówek i tranzytowy. Łączne natężenie tego ruchu wyniesie 15 800 E/h^{*)}

Oznacza to, że rezerwa przepustowości, która może być wykorzystana przez dojeżdżających samochodami do pracy, wyniesie:

*) W tym 800 E/h odpowiadających 400 autobusom/h, które będą korzystały z ewentualnych wydzielonych pasów ruchu.

$$29\ 500 - 15\ 800 = 13\ 700\ \text{E/h,}$$

bądź

$$26\ 500 - 15\ 000 = 11\ 500\ \text{E/h,}$$

przy czym druga liczba dotyczy przypadku wydzielenia pasów dla autobusów.

Wymienioną rezerwę przepustowości należy porównać z zapotrzebowaniem, które przy pełnym wykorzystaniu samochodów dla dojazdów do pracy ($B = 1,0$) wyniesie

$$0,82 \cdot 25\ 000 = 20\ 500\ \text{E/h}$$

Z porównania wynika, że stopień możliwego wykorzystania samochodów osobowych na dojazdy do pracy w śródmieściu (ze względu na przepustowość wlotów) wynosi:

$$B_1 = \frac{13\ 700}{20\ 500} = 0,67,$$

przy braku wydzielonych pasów ruchu dla autobusów oraz odpowiednio

$$B_2 = \frac{11\ 500}{20\ 500} = 0,56$$

przy wydzielonych pasach dla autobusów.

W wyniku opisanych poprzednio wariantowych ocen warunków ruchu stwierdzono, że:

- przepustowość śródmiejskiej sieci ulic umożliwia wykorzystywanie w dojazdach do pracy w śródmieściu około 50% potencjalnych samochodów ($B = 0,5$),
- analogiczny wskaźnik obliczony ze względu na przepustowość wlotów przyjmuje wartość $B = 0,56$ (przy wydzielonych pasach dla autobusów) i odpowiednio $B = 0,67$ — przy braku wydzielonych pasów.

W sumie okazało się, że przepustowość śródmiejskiej sieci ulic limituje dojazdy samochodami do pracy w większym stopniu, niż przepustowość wlotów do śródmieścia.

1.5.4 POJEMNOŚĆ PARKINGOWA

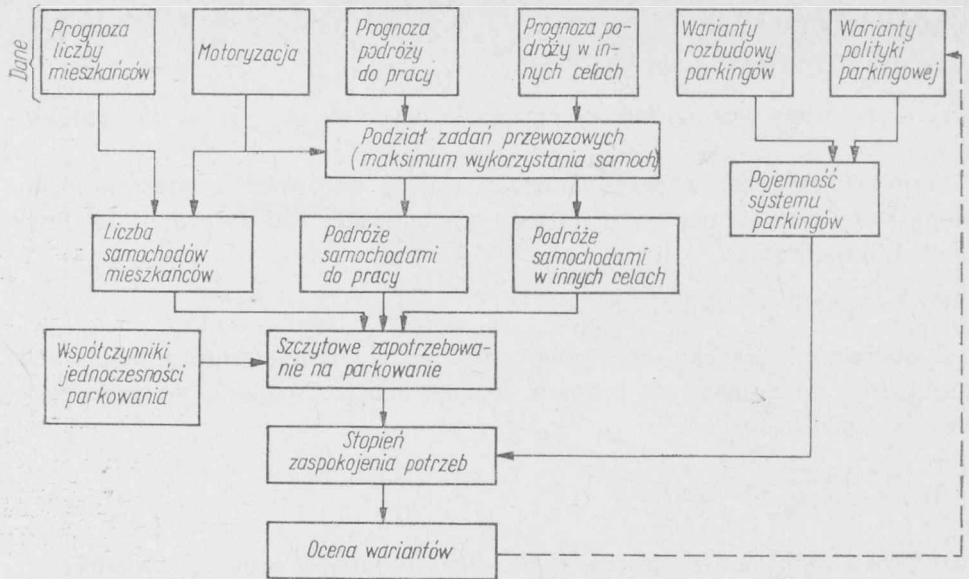
Metoda obliczenia pojemności parkingowej

Punktem wyjścia do wyznaczenia pojemności parkingowej analizowanego obszaru były prognozy podróży do tego obszaru oraz warianty rozbudowy systemu parkingowego.

Schemat przebiegu obliczeń przedstawia rysunek 1-10.

Istota metody oceny wariantów rozbudowy parkingów i kontroli parkowania polegała na wykonaniu dla każdej strefy następujących analiz:

- obliczenie potencjalnego zapotrzebowania na miejsca postojowe (przy założeniu maksymalnego wykorzystania samochodu),



Rys. 1-10. Schemat obliczeń pojemności systemu parkingów

— określenie możliwości zaspokojenia potrzeb przy różnych wariantach rozbudowy parkingów i kontroli parkowania (ograniczenie czasu, opłaty).

Przyjęto następujące założenia:

- bilansowanie popytu i podaży miejsc postojowych w obrębie strefy, oznacza to, że deficyt miejsc w jednej strefie nie powoduje wzrostu popytu w innych; w rzeczywistości znaczne trudności zaparkowania w jednej strefie powodują wzrost wykorzystania miejsc w strefach sąsiednich dysponujących nadwyżką miejsc parkingowych; w sytuacji ogólnego deficytu parkingów przyjęte założenie ma niewielki wpływ na wyniki;
- deficyt miejsc postojowych nie wpływa na zmianę zachowań kierowców; oznacza to stałość wskaźnika jednoczesności parkowania; w rzeczywistości nastąpi zmiana zachowań, łagodząca trudności parkingowe; uwzględnienie tego w modelu uniemożliwiłoby jednak wykrycie różnicy między popytem a podażą.

Założono następujący schemat procesu zajmowania miejsc postojowych przez poszczególne grupy użytkowników:

- w pierwszej kolejności zajmują miejsca mieszkańcy danej strefy; zakłada się, że w okresie szczytowej akumulacji parkujących pojazdów (godz. 10÷14) parkuje 35% ogółu samochodów mieszkańców;
- w warunkach swobodnego użytkowania parkingów (bez ograniczeń czasu parkowania) w następnej kolejności zajmują miejsca dojeżdżający samochodami do pracy; jeżeli liczba samochodów tej grupy przekracza podaż miejsc parkingowych, to dojeżdżający w innych celach nie będą w stanie znaleźć wolnych miejsc;

- w przypadku zastosowania w odniesieniu do części parkingów kontroli parkowania (ograniczenie czasu dowolnego postoju), parkingi te stają się dostępne dla dojeżdżających w innych celach (parkowanie krótkotrwałe).

Zapotrzebowanie na parkingi

Zapotrzebowanie na miejsca postojowe dla okresu szczytowej akumulacji określono na podstawie analizy poszczególnych grup potencjalnych użytkowników

M i e s z k a ń c y. Zapotrzebowanie na miejsca parkingowe w poszczególnych strefach obliczono, uwzględniając:

- prognozowane liczby mieszkańców;
- prognozę motoryzacji; za Projektem systemu transportowego WSW przyjęto dla śródmieścia w granicach administracyjnych 180 sam. os./tys. mieszk., dla pozostałych zaś stref obszaru analizy przyjęto 200 sam. os./tys. mieszk.;
- współczynnik jednoczesności parkowania $r_p = 0,35^{*)}$.

Szczególny wpływ na wyniki obliczeń ma wielkość wskaźnika jednoczesności parkowania.

Wielkość tego wskaźnika dla mieszkańców jest odwrotnie proporcjonalna do stopnia wykorzystania samochodu dla dojazdu do pracy. W przypadku pełnego wykorzystania ($\beta = 1,0$) oraz przy założeniu, że samochody niewykorzystane dla dojazdu do pracy nie wykonują jazd w innych celach ******), udział samochodów, które pozostaną w rejonie zamieszkania właścicieli, wyniesie:

$$u_m = 1 - p d u_{np} \quad (1.22)$$

gdzie:

p — wskaźnik gotowości technicznej samochodu,

d — wskaźnik absencji w pracy.

Dla przeciętnie obserwowanych wartości wskaźników:

$$p = 0,9, \quad d = 0,85, \quad u_{np} = 0,92$$

$$u_m \approx 0,3$$

Obliczenie wartości wskaźnika u_m przy ograniczonym użytkowaniu samochodu dla dojazdów do pracy ($\beta < 1,0$) nastęrcza pewne trudności. Należałoby rozdzielić mieszkańców analizowanego obszaru na grupy, w zależności od lokalizacji miejsca pracy (śródmieście, rejony przyśródmiejskie i peryferyjne)

Każda z tych grup użytkowałaby samochody w różnym stopniu. Analiza, przeprowadzona dla $\beta = 0,5$ i uwzględniająca, że część samochodów mieszkańców śródmieścia będzie użytkowana ponadto w innych celach, dała wielkość współczynnika $u_m = 0,35$. Wielkość tę przyjęto do dalszych obliczeń.

Parkowanie związane z dojazdami do pracy oszacowa-

*) Na podstawie wyników badań w Krakowie [17] i Łodzi [24].

***) Całość analizy dotyczy godziny szczytu parkowania (godz. 10–14).

Tablica 1-12

Zapotrzebowanie na miejsca parkingowe w szczycie

Nr strefy	Liczba samochodów mieszkańców 1990 r.	Potrzeby parkingowe mieszkańców w szczycie	Dobowe dojazdy samochodami do usług	Potrzeby parkingowe dojeżdżających w innych celach	Dobowe dojazdy samochodami do pracy ($\beta = 1,0$)	Potrzeby parkingowe pracowników ($\beta = 1,0$)	Całkowite zapotrzebowanie na miejsca parkingowe (3+5+7)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	198	69	11 170	1 117	4 106	3 490	4 676
2	1 188	416	11 052	1 105	3 661	3 112	4 633
3	522	183	2 334	234	3 133	2 663	3 079
4	1 728	605	2 554	255	1 793	1 524	2 384
5	774	271	2 330	233	2 467	2 097	2 601
6	1 098	384	2 518	252	1 618	1 375	2 011
7	90	32	3 072	307	2 236	1 901	2 240
8	1 566	548	5 276	528	3 212	2 730	3 806
9	2 322	813	5 590	559	4 746	4 034	5 406
10	126	44	254	25	2 294	1 950	1 988
11	2 610	914	7 232	723	3 312	2 815	4 452
12	—	—	—	—	1 306	1 110	1 110
13	1 566	548	2 224	222	2 321	1 973	2 743
14	3 816	1 336	2 068	207	3 863	3 284	4 827
15	3 420	1 197	4 060	406	5 879	4 997	6 600
16	2 736	958	3 098	310	4 158	3 534	4 802
17	3 720	1 302	6 294	629	2 647	2 250	4 181
18	5 500	1 925	4 380	438	4 672	3 971	6 334
19	4 360	1 526	3 832	383	2 448	2 081	3 990
20	1 500	525	706	71	2 256	1 918	2 514
Śródmieście	38 840	13 594	80 180	8 018	62 128	52 809	74 421
Centrum*)	13 788	4 826	55 606	5 561	36 205	30 774	41 161

*) Strefy 1÷13

no, biorąc pod uwagę potencjały przyjazdowe rejonów śródmiejskich, z macierzy podróży samochodami dom-praca (wariant maksymalnego wykorzystania samochodu).

Na podstawie wyników badań w Krakowie i Łodzi przyjęto wartość wskaźnika jednoczesności parkowania

$$r_p = 0,85$$

Parkowanie w innych celach oszacowano biorąc pod uwagę potencjały rejonów śródmiejskich przyjęte w prognozie ruchu PST [18]. Założono wartość wskaźnika jednoczesności parkowania

$$r_i = 0,10$$

W tym przypadku przyjęto wartość niemal dwukrotnie wyższą niż to wynika z badań (np. w Łodzi $r_i = 0,055$), ze względu na konieczność uwzględnienia dojazdów nie ujętych w prognozie ruchu (turyści, samochody służbowe itp.), z którymi wiążą się dłuższe na ogół średnie czasy parkowania.

Szczegółowe zestawienie zapotrzebowania na miejsca parkingowe (m.p.) dla poszczególnych stref zawiera tablica 1-12.

Sumaryczne zapotrzebowanie na parkingi w godzinie szczytowej akumulacji (dla $\beta = 1,0$) wyniesie:

— dla obszaru śródmieścia:

$$R_1 = 38\,840 \times 0,35 + 62\,128 \times 0,85 + 80\,180 \times 0,1 = 74\,420 \text{ m.p.}$$

— dla obszaru ścisłego centrum (strefy 1÷13):

$$R_2 = 13\,788 \times 0,35 + 36\,205 \times 0,85 + 55\,606 \times 0,1 = 41\,151 \text{ m.p.}$$

Dla zilustrowania struktury potrzeb parkingowych według celów zestawiono tablicę 1-13.

Z danych tej tablicy wynika, że podstawowa część potrzeb parkingowych (71% potrzeb dla obszaru analizy, 75% dla centrum) byłaby związana z dojazdami samochodem do pracy.

Tablica 1-13

Struktura zapotrzebowania według celów parkowania

Obszar	Zapotrzebowanie na miejsca parkingowe			
	mieszkańcy	praca	inne	suma
Śródmieście	13594 18,3%	52809 70,9%	8018 10,8%	74421 100%
W tym — centrum	4826 11,7%	30774 74,8%	5561 13,5%	41161 100%

Możliwości rozbudowy parkingów

Pojemność parkingową w 1990 r. oszacowano dla poszczególnych stref:

- uwzględniając przyrost lub ubytek liczby miejsc przewidywany przez BPRW [19];
- zakładając dalszą rozbudowę parkingów według wariantowych programów.

Wariant I (minimalna rozbudowa parkingów) zakłada:

- proporcjonalny dla wszystkich stref wzrost pojemności o 15% ze względu na rozbudowę parkingów oraz poprawę stopnia wykorzystania istniejących miejsc,
- realizację obiektów wielopoziomowych przesądzoną obecnymi programami rozwoju miasta.

W wyniku tego pojemność parkingowa obszaru śródmieścia wzrośnie w porównaniu do stanu istniejącego w 1977 r. o 30%, ścisłego zaś centrum o 26%.

W wariantcie II (maksymalna rozbudowa) założono zrealizowanie wszystkich obiektów wielopoziomowych, ujętych w programie BPRW [22].

Tablica 1-14

Liczba miejsc parkingowych w strefach

Nr strefy	Liczba miejsc postojowych w 1977 r.	Przyrost, ubytek w latach 1977—1980	Liczba miejsc parkingowych w 1990 r.				
			Wariant I (min.)			Wariant II (max.)	
			wzrost o 15 ⁰ / ₀	w nowych obiektach wielopoziomowych	ogółem	w dodatkowych obiektach wielopoziomowych	ogółem
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1282	—70	182	—	1394	2200	3594
2	1291	—	194	—	1485	1200	2684
3	873	—	131	50	1054	1350	2404
4	1342	40	207	—	1590	1560	3150
5	1025	—	154	100	1279	2040	3319
6	362	—	54	—	416	1230	1646
7	387	—	58	460	905	500	1405
8	1313	—60	188	—	1441	1920	3361
9	3615	—	542	740	4897	1700	6597
10	518	—	78	—	596	830	1426
11	1351	5	203	—	1560	2510	4070
12	242	270	77	—	589	100	689
13	660	—	99	35	794	2430	3224
14	3223	—410	422	—	3235	1465	4700
15	2584	135	408	—	3127	2970	6098
16	1796	435	335	—	2566	380	2945
17	3251	245	524	210	4230	1810	6040
18	3423	606	604	600	5232	9480	14713
19	1110	804	287	—	2201	3600	5801
20	1190	30	183	—	1403	560	1963
Śródmieście	30838	2030	4930	2195	39993	39835	79828
Centrum*)	14260	185	2167	1385	17996	19570	37566

*) Strefy 1÷13

W rezultacie tych przedsięwzięć pojemność parkingowa wzrosłaby w porównaniu ze stanem 1977 r. o 160⁰/₀.

Pojemności parkingowe poszczególnych stref zestawiono w tablicy 1-14.

Warianty polityki parkingowej

Uwzględniono dwa warianty polityki parkingowej.

W wariantcie A (bez kontroli parkowania) wszystkie miejsca parkingowe są pozostawione do swobodnego użytkowania, bez ograniczeń. W praktyce oznacza to, że miejsca zajmowane są sukcesywnie przez przybywających do śródmieścia oraz że parkowanie może trwać nieograniczony czas.

W wariantcie B (z kontrolą parkowania) dla części miejsc postojowych jest

wprowadzone ograniczenie czasu parkowania do 1÷2 godzin. Ograniczenie to ma na celu wyeliminowanie parkujących przez dłuższy czas, zwłaszcza zaś dojeżdżających do pracy samochodami. Jest to równoznaczne z zarezerwowaniem części miejsc postojowych dla dojeżdżających w innych celach.

Rozwinięciem wariantu B byłby wariant płatnego parkowania (z ograniczonym bądź nieograniczonym czasem parkowania). Wariantu takiego jednak nie analizowano ze względu na brak krajowych doświadczeń, na podstawie których można by oszacować wpływ wysokości opłat na sposób użytkowania parkingów.

Ocena warunków parkowania

Ocenę warunków parkowania przeprowadzono dla każdej strefy, ponieważ operowanie bilansami dla całego obszaru analizy nie pozwala ujawnić niedostosowania lokalizacji podaży do lokalizacji popytu.

W tabelicy 1-15 zestawiono dane charakteryzujące w a r i a n t I (minimalna rozbudowa parkingów).

Liczbę miejsc parkingowych dostępnych dla parkowania samochodów pracowników obliczono następująco:

- w przypadku polityki parkingowej A — jako różnicę między ogólną liczbą miejsc (kol. 2) i 35% liczby samochodów mieszkańców (kol. 3),
- w przypadku polityki parkingowej B zmniejszając ogólną liczbę miejsc (kol. 2) o:
 - miejsca parkingowe dla samochodów mieszkańców (35% liczby podanej w kol. 3),
 - miejsca parkingowe dla dojeżdżających w szczycie do usług (tabl. 1.12, kol. 5)*).

Z analizy danych zawartych w tej tabelicy wynikają następujące wnioski, odnoszące się do przypadku swobodnego użytkowania samochodu:

- Podaż miejsc parkingowych w niektórych rejonach nie zaspokoi nawet potrzeb parkowania nocnego mieszkańców poszczególnych stref (zakłada się, że parkuje wówczas 100% pojazdów stanowiących własność mieszkańców); w strefach 6, 11, 13 i 19 potrzeby są zaspokojone zaledwie w 37,9 do 59,8%.
- W przypadku zastosowania wariantu polityki A (bez kontroli parkowania) potrzeby parkingowe dojeżdżających do pracy zaspokojone będą średnio w 50% dla obszaru śródmieścia, zaś w 42,8% dla obszaru ścisłego centrum. W najbardziej obciążonych strefach (6, 10, 11 i 13) stopień zaspokojenia potrzeb nie przekroczy 30%. Należy podkreślić, że w przypadku tego wariantu praktycznie na całym analizowanym obszarze brak będzie możliwości zaspokojenia potrzeb parkingowych dojeżdżającym w innych celach, ponieważ wszystkie miejsca parkingowe będą zajęte wcześniej przez dojeżdżających do pracy.

*) Miejsca te byłyby objęte ograniczeniami czasu postoju, uniemożliwiającymi ich wykorzystanie do parkowania długotrwałego.

Tablica 1-15

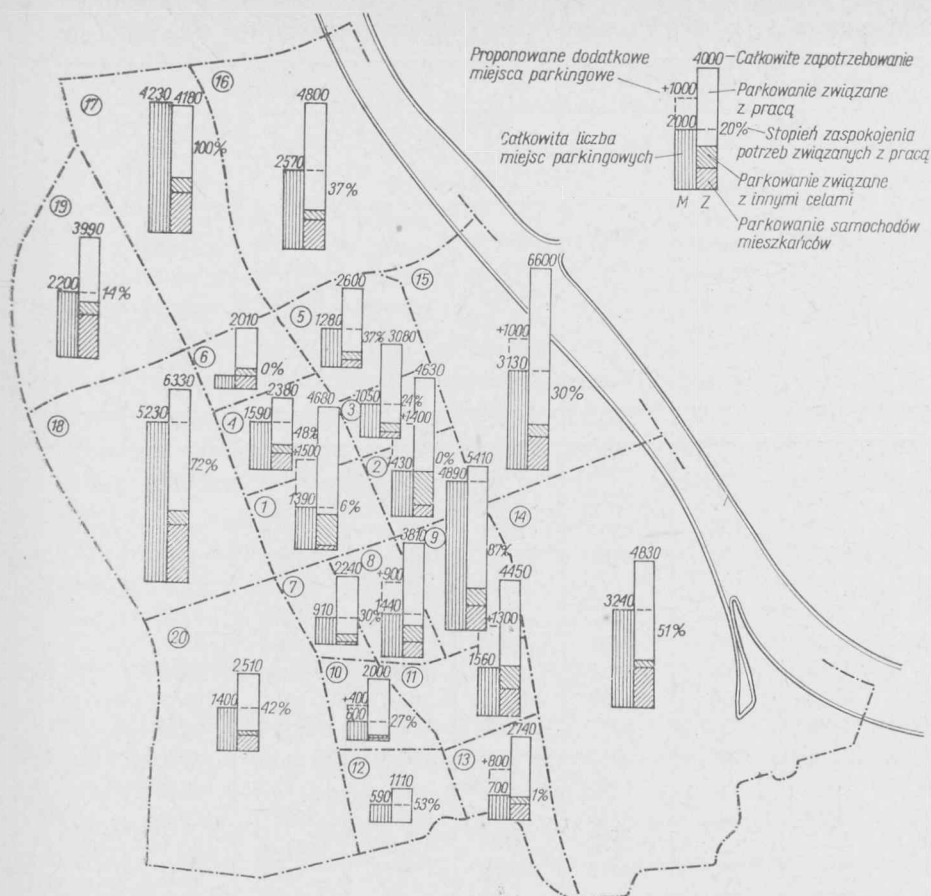
Bilans miejsc parkingowych — wariant I (minimalna rozbudowa parkingów)

Nr strefy	Ogólna liczba miejsc parkingowych	Parkowanie nocne		Parkowanie dzienne				
		Liczba samochodów mieszkańców	Stopień zaspokojenia potrzeb mieszkańców [%]	Suma zapotrzebowania w szczycie *)	Polityka A (bez kontroli parkowania)		Polityka B (z kontrolą parkowania)	
					liczba miejsc dostępnych dla pracowników	stopień zaspokojenia potrzeb pracowników [%]	liczba miejsc dostępnych dla pracowników	stopień zaspokojenia potrzeb pracowników [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1394	198	100	3490	1325	37,9	208	6,0
2	1485	1188	100	3112	1069	34,4	0	0,0
3	1054	522	100	2663	871	32,7	638	24,0
4	1590	1728	92,1	1524	985	64,6	730	47,9
5	1279	774	100	2097	1008	48,0	775	37,0
6	416	1098	37,9	1375	32	2,3	0	0,0
7	905	90	100	1901	837	45,9	566	30,0
8	1441	1566	92,0	2730	893	32,7	365	13,4
9	4897	2322	100	4034	4084	100,0	3525	87,4
10	596	126	100	1950	552	28,3	527	27,0
11	1560	2610	59,8	2815	646	22,9	0	0,0
12	589	—	100	1110	589	53,0	589	53,0
13	794	1566	50,7	1973	246	12,7	24	1,2
14	3235	3816	84,8	3284	1899	57,0	1692	51,5
15	3127	3420	91,4	4997	1990	38,6	1524	30,5
16	2566	2736	93,8	3534	1608	45,5	1296	36,7
17	4320	3720	100	2250	2928	100,0	2299	100,0
18	5233	5500	95,1	3971	3308	83,3	2870	72,2
19	2201	4360	50,5	2081	675	32,4	292	14,0
20	1403	1500	93,5	1918	878	45,8	607	42,1
Śródmieście	39993	38840	100	52809	26400	50,0	18467	35,0
Centrum**)	17996	13788	100	30774	13170	42,8	7947	25,8

*) Tablica 1.11, kol. 7.

**) Strefy 1÷13.

— W wariantcie polityki B (z kontrolą parkowania), w którym część parkingów nie będzie mogła być wykorzystana przez zatrudnionych w śródmieściu, zaspokojenie potrzeb parkingowych związanych z dojazdami do pracy będzie jeszcze mniejsze (35% dla obszaru śródmieścia i 25,8% dla obszaru centrum). W niektórych strefach (2, 6, 11 i 13) brak będzie w ogóle możliwości parkowania pracowniczego.



Rys. 1-11. Bilans zapotrzebowania i pojemności parkingowej

Ze względu na niewątpliwą atrakcyjność wariantu I-B^{*)}, dla umożliwienia pełniejszej analizy sytuacji parkingowej, jaka powstałaby w wyniku jego realizacji, opracowano rysunek 1-11. Na rysunku tym przedstawiono — dla każdej strefy — podaż i szczytowy popyt na parkingi z uwzględnieniem celów parkowania (mieszkanie, prace, inne).

Dane charakteryzujące wariant II (maksymalnej rozbudowy parkingów) zestawiono w tabelicy 1-16. Analiza uzyskanych wyników prowadzi do następujących wniosków, dotyczących tego wariantu:

- potrzeby parkowania nocnego mieszkańców śródmieścia zaspokojone byłyby w pełni we wszystkich strefach;
- przy wariacie polityki A (bez kontroli parkowania), mimo że w skali całego obszaru podaż miejsc parkingowych przewyższyłaby nieco popyt, procent zaspokojenia potrzeb parkowania pracowniczego wyniósłby około 90% ze względu na niedostosowanie lokalizacji parkingów do ich za-

*) Minimalna rozbudowa parkingów i kontrola parkowania.

4 - Samochód w śródmieściu

Tablica 1-16

Bilans miejsc parkingowych — wariant II (maksymalna rozbudowa parkingów)

Nr strefy	Ogólna liczba miejsc parkingowych	Parkowanie nocne		Parkowanie dzienne					
		Liczba samochodów mieszkańców	Stopień zaspokojenia potrzeb mieszkańców	Suma zapotrzebowania w szczycie	Polityka A (bez kontroli parkowania)		Polityka B (z kontrolą parkowania)		
					liczba miejsc dostępnych dla pracowników	stopień zaspokojenia potrzeb pracowników [%]	liczba miejsc dostępnych dla pracowników	stopień zaspokojenia potrzeb pracowników [%]	miejsca niewykorzystane
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3594	198	100	3490	3525	100,0	2408	69,0	
2	2684	1188	100	3112	2268	72,9	1164	37,4	
3	2404	522	100	2663	2221	83,4	1988	74,6	
4	3150	1728	100	1524	2545	100,0	2290	100,0	+ 766
5	3319	774	100	2097	3048	100,0	2815	100,0	+ 718
6	1646	1098	100	1375	1262	91,2	1010	73,4	
7	1405	90	100	1901	1373	72,2	1066	56,0	
8	3361	1566	100	2730	2813	100,0	2285	83,7	
9	6597	2322	100	4034	5784	100,0	5225	100,0	+1191
10	1326	126	100	1950	1382	70,8	1357	70,0	
11	4070	2610	100	2815	3156	100,0	2433	86,4	
12	689	—	100	1110	689	62,0	689	62,0	
13	3224	1566	100	1973	2676	100,0	2454	100,0	+ 481
14	4700	3816	100	3284	3364	100,0	3157	96,1	
15	6098	3420	100	4997	4901	98,0	4496	90,0	
16	2945	2736	100	3534	1987	56,2	1677	47,4	
17	6040	3720	100	2250	4738	100,0	4109	100,0	+1859
18	14713	5500	100	3971	12788	100,0	12350	100,0	+8379
19	5801	4360	100	2081	4275	100,0	3892	100,0	+1811
20	1963	1500	100	1918	1438	75,0	1367	71,2	
Śródmieście	79828	38840	100	52809	66234	90,5*)	58217	81,5*)	15205
Centrum**)	37566	13788	100	30774	32740	90,6*)	27183	78,0*)	

*) Bez miejsc niewykorzystanych.

**) Strefy 1÷13.

potrzebowania. W sumie około 28% byłoby niewykorzystane zgodnie z założeniem, że popyt bilansowany jest z podażą oddzielnie dla każdej strefy; liczbę miejsc niewykorzystanych obliczono jako różnicę między liczbą oferowanych miejsc parkingowych (tabl. 1.16, kol. 2) a sumarycznym zapotrzebowaniem (tabl. 1.12, kol. 8); równocześnie w wielu strefach występowałby nadal deficyt miejsc parkingowych dla dojeżdżających w innych celach:

c) w wariantcie B (z kontrolą parkowania) wskaźnik zaspokojenia potrzeb na parkowanie pracownicze osiągnąłby poziom 78⁰/₀ — centrum oraz 81,5⁰/₀ — śródmieście. W kilku strefach wystąpiłby ostry deficyt miejsc parkingowych (np. w strefie 2 brak miejsc dla 62,6⁰/₀ potencjalnych dojeżdżających do pracy samochodami), w innych duża nadwyżka miejsc (np. w strefie 18 — 8379 miejsc parkingowych). W tym wariantcie niewykorzystane byłoby 10⁰/₀ miejsc parkingowych.

Z przytoczonych ocen wynika, że rozmieszczenie planowanych parkingów nie w pełni odpowiada potrzebom wynikającym z rozmieszczenia obiektów będących celem dojazdów do śródmieścia. Wprawdzie można zakładać, że w warunkach ostrego deficytu miejsc parkingowych nastąpi wykorzystanie również parkingów położonych mniej korzystnie. Nie będzie to jednak zjawisko pozytywne, tak ze względu na wygodę użytkowników jak i zjawiska wtórne. Należy do nich przede wszystkim dodatkowe obciążenie:

- układu drogowego potokami ruchu pojazdów poszukujących możliwości zaparkowania oraz,
- komunikacji zbiorowej, z której zmuszeni będą korzystać parkujący w dużym oddaleniu od celu podróży.

1.5.5 WYNIKI ANALIZY

Analizy przeprowadzone w poprzednich punktach dotyczyły różnych elementów układu drogowo-parkingowego; podejmowano także próby zastosowania różnych mierników sprawności takiego układu.

W dalszym ciągu rozważań podjęta została próba podsumowania wyników analiz cząstkowych i wyprowadzenia na tej podstawie wniosków ogólnych.

Przeprowadzono następujące rozumowanie:

- a) mieszkańcy śródmieścia będą użytkownikami śródmiejskiego systemu drogowo-parkingowego, którego potrzeby powinny być zaspokojone w pierwszej kolejności, mimo że może to budzić wątpliwości z ogólnospołecznego punktu widzenia;
- b) niezbędne jest następnie uwzględnienie potrzeb dojazdu do śródmieścia jego użytkowników (w interesach, po zakupy, w celach rozrywkowych itp.);
- c) koncentracja w śródmieściu wielkiej liczby miejsc pracy i nauki powoduje masowe dojazdy do pracy i nauki; istnieć będzie nadal tendencja do użytkowania samochodów dla tych dojazdów; tendencja ta będzie tym silniejsza, że do 1990 r. nie można oczekiwać radykalnego usprawnienia komunikacji zbiorowej; należy ocenić, w jakim stopniu można zaspokoić potrzeby wynikające z omawianej tendencji.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że potrzeby przeważającej większości mieszkańców śródmieścia mogą być zaspokojone nawet przy wariantcie I (minimalna rozbudowa parkingów).

Zaspokojenie potrzeb mieszkańców dojeżdżających w innych celach zależy od przyjętej polityki eksploatacji. W razie braku ograniczeń czasu parkowania (polityka A), nawet przy wariantcie maksymalnej rozbudowy parkin-

gów, w przeważającej części obszaru wystąpi niemal całkowity brak miejsc parkingowych dla tej grupy użytkowników (parkingi zajęte zostaną we wcześniejszych godzinach przez dojeżdżających do pracy). W odczuciu społecznym system będzie niesprawny, uniemożliwi bowiem wjazd do śródmieścia tym posiadaczom samochodu, którzy chcieliby dojechać do niego samochodem

Narzucającym się środkiem działania jest sterowanie sposobu użytkownika deficytowego systemu przez ograniczenie dojazdów samochodami do pracy. W celu przeanalizowania tego tematu rozważono szczegółowo wpływ różnych elementów systemu na liczbę możliwych dojazdów samochodami do pracy przy różnej polityce inwestycyjnej (stopień rozbudowy parkingów) i eksploatacyjnej (organizacja ruchu, kontrola parkowania).

W celu ułatwienia wyciągnięcia wniosków zestawiono w tablicy 1-17 najważniejsze wyniki przeprowadzonych w punktach 1.5.3 i 1.5.4 analiz cząstkowych.

Wpływ poszczególnych elementów na stopień możliwego wykorzystania

Tablica 1-17

Wpływ elementów systemu komunikacyjnego na ograniczenie dojazdów do pracy w Śródmieściu

Rodzaj elementu ograniczającego		Pojemność elementu	Pojemność netto dla dojazdów do pracy w godzinie szczytu	Zapotrzebowanie dla dojazdów do pracy przy $\beta=1^*)$	Ograniczenie stopnia wykorzystania samochodu β	% udziału podróży samochodami w podróżach niepieszych
1		2	3	4	5	6
Przepustowość ulic	cała sieć śródmieścia	30 000	12 500	25 000	0,50	15,7
	wloty do śródmieścia	29 500	13 700	20 500	0,67	21,0
	wloty minus pasy autobusowe	26 500	11 500	20 500	0,56	17,5
Liczba miejsc parkingowych	wariant I brak kontroli	40 000	26 400	52 800	0,50	15,7
	wariant I + kontrola	40 000	18 500	52 800	0,35	11,0
	wariant II brak kontroli	79 800	66 200	52 800	0,91**)	28,5
	wariant II + kontrola	79 800	58 200	52 800	0,81**)	25,4

*) Zapotrzebowanie potencjalne przy założeniu pełnego wykorzystania samochodu w dojazdach do pracy.

***) Część miejsc jest niewykorzystanych ze względu na rozmieszczenie parkingów niedostosowane do lokalizacji punktów docelowych.

samochodów dla dojazdów do pracy ilustrują wartości współczynnika β , zestawione w kolumnie 5. Z analizy tej kolumny wynikają następujące wnioski (wszystkie dotyczą stanu w 1990 r.):

a) z dwóch ograniczeń ruchowych (przepustowości sieci wewnętrznej i wlotów do obszaru) nieco silniejsze jest ograniczenie wynikające z przepustowości układu wewnętrznego.

Przy założonej w aktualnych planach rozbudowie układu drogowego w 1990 r. układ ten zezwoli na dojazd samochodami do pracy w śródmieściu nie więcej niż 50% potencjalnych użytkowników,

b) wariant minimalnej rozbudowy parkingów (do łącznej pojemności rzędu 40 tys. miejsc) pozwoli na dojazd samochodami do pracy w śródmieściu 35% do 50% potencjalnych użytkowników samochodu.

Mniejsza wartość odpowiada wariantowi z kontrolą czasu parkowania, większa — wariantowi braku tej kontroli. W sumie w wariantcie I podaż parkingów jest czynnikiem ograniczającym pojemność śródmieścia silniej niż przepustowość układu. Szczególnie duża dysproporcja występuje przy braku kontroli parkowania.

c) wariant II (maksymalnej rozbudowy parkingów) stwarza możliwości zaparkowania samochodu niemal dwukrotnie większe, niż zezwala na to przepustowość układu drogowego. Oznacza to, że uzyskany system drogowo-parkingowy byłby niezrównoważony (nieproporcjonalnie duży potencjał parkingów).

Dalsza analiza struktury popytu i możliwości racjonalnego wykorzystania podaży doprowadziła do wniosku, że optymalne byłoby następujące rozwiązanie:

a) wprowadzenie kontroli parkowania (ograniczenia czasu, opłaty) umożliwiającej zarezerwowanie dostatecznej liczby miejsc parkingowych dla dojeżdżających w innych celach; kontrolą tą objąć należałoby około 10 tys. miejsc w śródmieściu, w tym około 6—7 tys. miejsc położonych w obszarze ścisłego centrum;

b) zwiększenie liczby parkingów w stosunku do wariantu I (minimalnej rozbudowy) z takim wyliczeniem, aby nastąpiło zrównoważenie wielkości współczynników β (charakteryzujących stopień wykorzystania samochodów w dojazdach do pracy) wyliczonych z warunków przepustowości wewnętrznej sieci ulicznej i pojemności parkingów; wielkością optymalną jest $\beta = 0,50$; dla osiągnięcia tej wartości jest konieczne zwiększenie pojemności parkingowej z 40 000 miejsc do około 48 000 miejsc przy zapewnieniu odpowiedniego rozmieszczenia dodatkowych parkingów.

Należy jeszcze wyjaśnić, dlaczego nie może być uznany za optymalny wariant I-A (ograniczona rozbudowa parkingów bez kontroli parkowania), przy którym współczynnik β również przyjmuje wartość 0,5. Otóż w wariantcie tym zaspokojenie potrzeb parkingowych osób dojeżdżających do pracy samochodami odbywałoby się kosztem właściwych użytkowników śródmieścia (dojazdy w innych celach), którzy praktycznie pozbawieni byłiby możliwości parkowania.

Z całości przeprowadzonych analiz wynika zatem, że maksymalna pojemność komunikacyjna śródmieścia Warszawy w 1990 r., mierzona liczbą samochodów osobowych, które będą mogły wjechać do wnętrza obszaru i poruszać się po sieci wewnętrznej, wynosi około 30 tys. E/h. Liczbie tej odpowiada niezbędna pojemność parkingowa w wysokości około 48 000 miejsc parkingowych. Przy zapewnieniu takiej liczby miejsc parkingowych w efekcie końcowym w godzinach szczytu uzyska się następującą sytuację ruchową:

- wszystkie wloty będą obciążone do granic przepustowości (poziom swobody ruchu E),
- na około 45—50% długości sieci wewnętrznej natężenia ruchu będą bliskie przepustowości lub większe od niej, przy czym przekroczenie przepustowości będzie miało miejsce na 15—20% długości sieci.

W ciągu dnia będą zapewnione możliwości parkowania dla:

- około 35% samochodów, stanowiących własność mieszkańców (pozostałe samochody zostaną wykorzystane dla dojazdów do pracy lub w innych celach),
- niemal wszystkich osób dojeżdżających do śródmieścia samochodami w innych celach (na parkingach przeznaczonych do parkowania krótkotrwałego),
- około 50% zatrudnionych w śródmieściu, potencjalnych użytkowników samochodów w dojazdach do pracy; procentowi temu odpowiada udział podróży samochodami w podróżach niepieszych w wysokości około 16%.

Taka ocena dotyczy obszaru śródmieścia traktowanego jako całość. Jak to już podkreślono przy omawianiu wyników analizy pojemności parkingów rozmieszczenie parkingów (istniejących i projektowanych) nie odpowiada ściśle rozmieszczeniu punktów docelowych podróży. W poszczególnych strefach występują nadwyżki i deficyty, które będą wpływały niekorzystnie na warunki ruchu i parkowania.

Dla uzyskania optymalnej sytuacji ruchowej należałoby zatem poddać weryfikacji rozmieszczenie parkingów planowanych do realizacji.

Analiza rysunków 1-8 i 1-11 prowadzi do wniosku, że celowe byłoby takie rozmieszczenie postulowanych dodatkowych 8 tys. miejsc parkingowych (w stosunku do programu minimalnej rozbudowy parkingów), aby osiągnąć dwa cele:

- poprawę sytuacji parkingowej w strefach o największym deficycie miejsc postojowych (strefy nr 1, 2, 6, 11, 13),
- zmniejszenie obciążenia wewnętrznego układu.

Na rysunku 1-11 naniesiono propozycje rozmieszczenia dodatkowych parkingów spełniające omówione cele. Szczególnie korzystne efekty, z punktu widzenia obciążenia wewnętrznej sieci ulicznej, miałyby zlokalizowanie proponowanych parkingów w bezpośredniej bliskości tras wlotowych do obszaru. Optymalne rozwiązanie projektowe polegałoby na tworzeniu dużych kompleksów (pojemności rzędu 500÷1000 miejsc), powiązanych bezpośrednio z arteriami. Przykładowo, w przypadku realizacji Trasy Mostowej Świętokrzyskiej, korzystne byłoby np. zlokalizowanie dwóch wielkich kompleksów parkingowych, pierwszego w rejonie wejścia Trasy w skarpe, drugiego w rejonie

skrzyżowania z ulicą Marszałkowską. Obydwa kompleksy powinny być powiązane bezpośrednimi drogami łącznikowymi z Trasą. Pozwoliłoby to na zwiększenie pojemności komunikacyjnej obszaru bez zwiększenia obciążenia układu wewnętrznego, nie mającego rezerw; nastąpiłoby również ograniczenie wzrostu uciążliwości ruchu dla śródmieścia.

1.5.6 PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Opracowaną przez autorów metodę określania pojemności układu drogowo-parkingowego zastosowano do oceny układu komunikacyjnego obszaru śródmiejskiego Warszawy o powierzchni około 14,5 km². Przedmiotem oceny był układ komunikacyjny planowany na 1990 r. Analiza dała następujące generalne wyniki:

1. Pojemność układu drogowo-parkingowego śródmieścia Warszawy planowanego na 1990 r. będzie mniejsza niż potrzeby wynikające z prognoz motoryzacji. W zaspokajaniu potrzeb komunikacyjnych ludności miasta decydującą rolę będzie nadal odgrywała komunikacja zbiorowa, która w 1990 r. będzie obsługiwała około 80% dojeżdżających do pracy w śródmieściu.
2. Pojemność komunikacyjna śródmieścia Warszawy jest limitowana najsilniej pojemnością parkingową, następnie — przepustowością wewnętrznego układu ulicznego, w najmniejszym zaś stopniu — przepustowością wlotów.
3. Dla zrównoważenia przepustowości ulic i skrzyżowań oraz pojemności parkingów należałoby na analizowanym obszarze zwiększyć liczbę miejsc parkingowych z około 32 tysięcy w stanie istniejącym do około 48 tysięcy w 1990 r.
4. Biorąc pod uwagę ograniczoną przepustowość układu wewnętrznego, a także konieczność ochrony obszarów śródmiejskich o szczególnie dużej frekwencji przed uciążliwością ruchu samochodowego, należałoby lokalizować dodatkowe parkingi w dużych, wielopoziomowych zespołach. Zespoły te powinny być zlokalizowane w bliskości arterii wlotowych do obszaru oraz powinny mieć bezpośrednie powiązania z tymi arteriami.
5. Wobec deficytu pojemności śródmiejskiego układu drogowo-parkingowego należałoby sukcesywnie wprowadzać rozwiązania organizacyjne, stymulujące racjonalne wykorzystanie ulic i parkingów. Przez stosowanie opłat i ograniczeń czasu parkowania można spowodować zwiększenie rotacji i stworzyć szersze możliwości parkowania dla właściwych użytkowników śródmieścia (interesanci, klienci sklepów itp.).

Kontrola parkowania około 1990 r. powinna objąć około 10 tys. miejsc parkingowych, z tego 6÷7 tys. w centrum.

W razie braku ograniczeń długotrwałego parkowania najatrakcyjniejsze parkingi zostaną zajęte w godzinach porannych przez dojeżdżających samochodami do pracy. Uniemożliwi to dojazd samochodem do śródmieścia znacznie większej liczbie użytkowników.

W sumie, przy planowanym przez BPRW rozwoju układu drogowo-parkin-

gowego śródmieścia Warszawy oraz po uwzględnieniu proponowanego przez autorów opracowania rozwiązań technicznych i organizacyjnych, w 1990 r. istniałyby możliwości dojazdu samochodem i parkowania w śródmieściu — oprócz mieszkańców — dla niemal 100% potencjalnych dojeżdżających w celach innych niż praca i nauka oraz około 50% zatrudnionych w śródmieściu posiadaczy samochodów (co stanowiłoby około 16% ogółu dojeżdżających do pracy).

Sformułowane wnioski zostały wyprowadzone z analizy chłonności systemu drogowo-parkingowego, przeprowadzonej za pomocą metody opracowanej przez autorów. Sama metoda zawiera wiele uproszczeń, brak było również niektórych danych wyjściowych, co zmusiło autorów do przyjęcia dodatkowych założeń i stawiania hipotez, których uzasadnienie przekraczało możliwości wynikające z dysponowanych środków. Wszystko to nakazuje traktować wnioski jako przybliżone, wymagające sprawdzenia przez przeprowadzenie bardziej precyzyjnego rachunku, opartego na ścisłych, sprawdzonych danych wyjściowych.

W dalszych pracach należałoby:

- zweryfikować formalny zapis sieci drogowej, uzupełniając go ulicami drugorzędnymi,
- uwzględnić potrzeby naziemnej komunikacji zbiorowej, która będzie odgrywała zawsze rolę podstawowego środka obsługi obszaru śródmieścia (nawet po wybudowaniu planowanych linii metra); na wielu arteriach konieczne będzie wydzielenie pasów ruchu dla komunikacji autobusowej, co należy wziąć pod uwagę w szczegółowych obliczeniach;
- zweryfikować dane dotyczące istniejących i projektowanych miejsc parkingowych; przy tej okazji należałoby zbadać możliwości lepszego dostosowania lokalizacji projektowanych parkingów do rozmieszczenia elementów zagospodarowania przestrzennego i układu drogowego (przepustowości tras wlotowych i wewnętrznej sieci ulicznej);
- podjąć próbę uwzględnienia sprzężenia między warunkami ruchu samochodowego i jakością komunikacji zbiorowej oraz ich wpływem na podział zadań przewozowych.

LITERATURA DO ROZDZIAŁU 1

1. Blunden W. R.: *The Land-Use Transport System*. Oxford, Pergamon Press, 1971
2. Dziubak M., Suchorzewski W.: *Analiza możliwości rozwojowych miasta w planie kierunkowym w zakresie komunikacji samochodowej*. Materiały Seminarium KBUA, Kazimierz 1961
3. Godfrey J. W.: *The mechanism of a road network*. *Traffic Engineering and Control*. November 1969
4. Lilpop Z., Sidorenko A., Waltz A.: *Prognozowanie ruchu miejskiego Cz. I—IV*. Warszawa, Instytut Kształtowania Środowiska 1977
5. Nowicki B., Suchorzewski W.: *Organizacja ruchu w śródmieściach wielkich miast*. *Prace i Materiały TERN*, z. 32, Warszawa 1968

6. Parker G. B.: A method of assessment of the effects of parking policy on traffic movement. *Traffic Engineering and Control*, May 1973
7. Olszewski P.: Polityka parkingowa a problemy komunikacyjne w centrum miasta. *Politechnika Warszawska*. Praca magisterska 1975
8. Olszewski P.: Application of the city center traffic capacity concept in traffic forecasting. Referat na posiedzenie Stałego Komitetu Komunikacji Międzynarodowej Federacji Mieszkalnictwa i Planowania. Warszawa, maj 1977
9. Smeed R. I.: Road capacity of city centers. *Traffic Engineering and Control*, vol. 8 nr 7, 1966
10. Suchorzewski W.: Principles and applicability of the integrated transportation System. Basic paper on topic D. Proc. UN-ECE Seminar on the Role of Transportation in Urban Planning, Development and Environment, Munich 1973
11. Suchorzewski W.: Planning measures to promote a balance among traffic and transportation modes with special regard for the human scale. Basic paper on topic E. Proc. Second UN-ECE Seminar on the Role of Transportation in Urban Planning, Development and Environment. Washington, 1976
12. Supernak J.: Pasażerskie przewozy obligatoryjne do 1985 i 1990 r. — komunikacja miejska i podmiejska. 1977. Pasażerskie przewozy fakultatywne do 1985 i 1990 r. — komunikacja miejska i podmiejska, IKŚ 1977
13. Tomaszewski L.: Studia nad układem i komunikacją dzielnic śródmiejskich. IUA-Seria prac własnych, z. 100, Warszawa 1965
14. Traffic in Towns. A Study of the long term problems of traffic in urban areas. London, HMSO, 1963
15. Więckowski M.: Dynamiczny model rozkładu ruchu miejskiego. Warszawa. IKŚ 1980

Materialy źródłowe

16. Kompleksowe badanie ruchu w Warszawie. Biuro Studiów i Projektów Inżynierii i Komunikacji Miejskiej w Warszawie. 1971 cz. I i II
17. Kompleksowe badanie ruchu w Krakowie. Pracownia Inżynierii Ruchu przy Wydziale Komunikacji Urzędu m. Krakowa, Kraków 1978
18. Krączyński W. z zespołem. Pomiary ruchu kolejowego na przekrojach i skrzyżowaniach ulic m.st. Warszawy w roku 1975. Warszawa, BPRW 1975
19. Krączyński W.: Pomiary ruchu kołowego na przekrojach i skrzyżowaniach ulic m.st. Warszawy w roku 1977. Warszawa, BPRW 1977
20. Malasek J.: Problemy lokalizacji parkingów wielopoziomowych w obszarze lewobrzeżnego śródmieścia Warszawy. Warszawa BPRW 1976
21. Raport w sprawie komunikacji samochodowej w Poznaniu, Zarząd Dróg, Mostów i Zieleni, Poznań 1971
22. Sidorenko A. z zespołem. Koncepcja generalna projektu systemu transportowego WSW. Prognozy Ruchu. Warszawa, BPRW 1977
23. Szmaciński K., Sarna S., Kijek W.: Koncepcja usprawnienia parkowania w m.st. Warszawie. Część I — obszar śródmieścia funkcjonalnego. Warszawa, BPRW 1977

Organizacja ruchu w śródmieściu

prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski

2

2.1 OGÓLNE ZASADY POLITYKI KOMUNIKACYJNEJ W ŚRÓDMIEŚCIU

Poglądy na temat polityki komunikacyjnej w miastach uległy w ostatnich 20 latach istotnym zmianom.

W pierwszym okresie rozwoju motoryzacji za główny cel tej polityki przyjmowano zwykle zwiększenie przepustowości układów drogowych. Cel ten był realizowany, w pierwszej kolejności, przez doskonalenie organizacji ruchu z założeniem, że w ślad za tym nastąpi rozbudowa sieci dróg i parkingów, dostosowana do rosnących potrzeb. Taka strategia jest stosowana dotąd powszechnie w Polsce.

W krajach o wysokiej motoryzacji wkrótce okazało się, że w rejonach miejskich o dużej intensywności zabudowy (zwłaszcza w śródmieściach), możliwości rozbudowy sieci drogowej są ograniczone. Decydujące okazały się tu względy ekonomiczne oraz środowiskowe. W konsekwencji w początku lat sześćdziesiątych w najbardziej zmotoryzowanych krajach świata zapoczątkowany został zwrot w polityce komunikacyjnej w miastach*).

Najważniejszymi elementami skorygowanej polityki było:

- popieranie transportu publicznego,
- powszechne wprowadzenie obowiązku długofalowego planowania rozwoju systemów transportu miejskiego,
- zastosowanie — po raz pierwszy — środków przeciwdziałających nadmiernemu użytkowaniu samochodu w niektórych obszarach.

Praktyczna realizacja tych zasad przejawiała się między innymi w podjęciu w wielu aglomeracjach i dużych miastach bądź rozbudowy, bądź budowy od nowa systemów bezkolizyjnego transportu pasażerskiego. W wyniku tej tendencji na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych spośród 44

*) Wyrazem tych zmian były np. w USA — ustawa o transporcie miejskim z 1964 r., a w Wielkiej Brytanii — tzw. raport Buchanana.

miast, które miały systemy metra, w 34 prowadzono rozbudowę tych systemów. W innych 10 miastach była prowadzona budowa nowych systemów szybkiej kolei miejskiej.

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych wystąpiły nowe czynniki, które wywarły wpływ na dalszą ewolucję poglądów odnośnie kierunków racjonalnego rozwoju transportu miejskiego.

Po pierwsze, sytuacja energetyczna (wzrost cen, obawa przed wyczerpaniem zasobów energetycznych, w tym zwłaszcza paliw płynnych) spowodowała wzrost wątpliwości, czy jest racjonalne wykorzystanie samochodu osobowego w podróżach, które mogłyby być z powodzeniem obsługane środkami transportu zbiorowego.

Drugim czynnikiem była recesja gospodarcza, która zmniejszyła zasoby kapitału niezbędnego do realizacji wielkich inwestycji komunikacyjnych.

Nastąpiło wreszcie dalsze zaostrzenie konfliktów samochód-środowisko. Równocześnie stwierdzono brak pozytywnych efektów intensywnych prac rozwojowych, mających na celu skonstruowanie nowych, niekonwencjonalnych środków transportu na bliskie odległości *).

Łączne oddziaływanie wymienionych czynników spowodowało pewne skorygowanie zasad polityki komunikacyjnej w następujących kierunkach:

- nacisk powinien być położony przede wszystkim na bardziej racjonalne wykorzystanie istniejących systemów, dopiero w drugiej kolejności należy podejmować budowę nowych, kapitałochłonnych systemów,
- korzystne wskaźniki zużycia energii, emisji zanieczyszczeń oraz zajętości terenu przemawiają w jeszcze większym stopniu za transportem zbiorowym,
- należy w maksymalnym stopniu wykorzystać potencjalne możliwości kryjące się w zintegrowanych systemach transportu, w których poszczególnym środkom i rodzajom transportu jest przypisana rola zgodna z ich charakterystyką.

Wśród zagadnień powstających przy praktycznym uwzględnianiu podanych zasad podczas planowania i eksploatacji systemów transportu miejskiego, na plan pierwszy wysuwa się kwestia podziału zadań między transport zbiorowy i indywidualny.

Sposób racjonalnego zaspokojenia potrzeb przez odpowiednią kombinację tych rodzajów transportu zależy od kierunku, okresu oraz celu podróży. W obszarach z dużą gęstością zabudowy transport zbiorowy musi przyjąć większość przewozów. Ruch środków tego transportu nie może być paraliżowany przez inne rodzaje ruchu (samochodowy, pieszy), w związku z tym są niezbędne w tym przypadku rozwiązania techniczne i organizacyjne, zapewniające priorytet komunikacji zbiorowej, takie, jak: wydzielenie w drugim poziomie, wydzielone torowiska i pasy ruchu dla autobusów itp.

*) Ocena taka wynika np. z analiz porównawczych 540 nowych rozwiązań oraz wniosków końcowych dwóch kolejnych seminariów Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ na temat transportu w miastach: Monachium 1973 i Waszyngton 1976

Na obszarach niewielkiej intensywności zagospodarowania (i niewielkich potrzebach przewozowych) najbardziej racjonalny może się okazać transport indywidualny, co oczywiście nie oznacza, że obszary te mogłyby być pozbawione obsługi przez transport zbiorowy.

Oдноśnie podziału zadań między różne środki transportu zbiorowego przeważają obecnie następujące poglądy.

1. Główne kierunki dojazdów do miasta oraz masowe przewozy między bardziej odległymi rejonami aglomeracji są obsługiwane najlepiej przez zelektryfikowane linie kolejowe, tworzące systemy kolei regionalnych. Koleje regionalne nadają się szczególnie do obsługi aglomeracji policentrycznych (typu GOP, Trójmiasto).
2. W dużych aglomeracjach kierunki o największych potokach pasażerskich są obsługiwane najlepiej przez linie metra. Dotyczy to zwłaszcza kierunków radialnych (zwykle są to połączenia dzielnic mieszkaniowych ze śródmieściem i dzielnicami przemysłowymi). Wysokie koszty budowy metra sprawiają jednak, że tempo budowy tych systemów spadło, a podejmowanie realizacji nowych odbywa się z dużą ostrożnością.
3. Przesłanki energetyczne (oszczędzanie paliw płynnych) oraz względy ochrony środowiska spowodowały ponowny wzrost zainteresowania tramwajem, który może przyjmować następujące formy:
 - zmodernizowany tramwaj z dużym udziałem odcinków na wydzielonym torowisku i mający priorytet ruchu,
 - tramwaj szybki — trasy całkowicie bezkolizyjne lub zapewnienie środkami inżynierii ruchu pełnej swobody jazdy; tramwaj szybki może stanowić rozwiązanie docelowe lub przejściowe, na drodze do stworzenia w dalszej przyszłości systemu metra (tzw. premetro).

W porównaniu do poglądów sprzed kilku lat granica opłacalności tramwaju — mierzona granicznymi potokami pasażerskimi — przesunęła się obecnie w dół, co uzasadnia budowę tramwaju w miastach średniej wielkości.

4. Komunikacja trolejbusowa stanowi nadal przedmiot sporów. Przeważa pogląd, że — mimo ciągle niekorzystnych wskaźników ekonomicznych — mogłaby ona być stosowana w miastach i obszarach, gdzie szczególne znaczenie ma ochrona środowiska.
5. Nawet przy najbardziej intensywnym rozwoju trakcji elektrycznej nie jest możliwe i celowe zrezygnowanie z komunikacji autobusowej, najbardziej racjonalnej przy małych potokach pasażerskich. W dużych miastach i aglomeracjach autobus pełni różnorodne funkcje: dowozu pasażerów do przystanków kolei i metra, komunikacji ekspresowej oraz zwykłej na trasach nie obsługiwanych przez transport szynowy.

Niezależnie od rozwoju konwencjonalnego transportu zbiorowego coraz większą uwagę zwraca się na rozwiązania pośrednie między transportem indywidualnym i zbiorowym takie, jak: skolektywizowany transport indywidualny i zindywidualizowany transport zbiorowy.

Przykładem pierwszego jest zbiorowe użytkowanie prywatnych samocho-

dów osobowych *). Rozwiązanie polega na zastosowaniu bodźców skłaniających do organizowania 4- lub 5-osobowych grup, dojeżdżających do zatłoczonych obszarów. Bodźcami tymi mogą być:

- bezpłatne udostępnianie miejsca do parkowania przez pracodawcę,
- uprzywilejowanie w ruchu, polegające np. na zezwoleniu korzystania z pasów ruchu zastrzeżonych dla autobusów.

Korzyści wynikające z tego rozwiązania polegają na obniżeniu zapotrzebowania na parkingi, zmniejszeniu natężeń ruchu oraz oszczędnościach w zużyciu paliw płynnych.

Przykładem „zindywidualizowanego transportu zbiorowego” jest „autobus na żądanie” **, który obsługuje zadany rejon jeżdżąc po trasach wynikających ze zgłaszanych telefonicznie wezwań. Dotychczasowe eksperymenty wykazują, że jest to rozwiązanie bardzo kosztowne w eksploatacji.

Pozytywnie ocenia się natomiast system znany powszechnie pod nazwą „park-and-ride” ***). System polega na współpracy transportu indywidualnego i zbiorowego. Podróż odbywa się częściowo samochodem (dojazd dom-przystanek), częściowo zaś środkiem transportu zbiorowego (kolej, metro, autobus). System „park-and-ride” nadaje się szczególnie do obsługi przewozów między obszarami o małej intensywności zagospodarowania (najczęściej peryferyjne osiedla o zabudowie ekstensywnej), oraz koncentracji obiektów wywołujących masowe dojazdy do pracy i w innych celach (śródmieście, ośrodki handlowo-usługowe, wielkie koncentracje przemysłu itp.). Funkcjonowanie systemu jest uzależnione od istnienia dużych parkingów, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie przystanków peryferyjnych.

System ten jest uważany za znacznie bardziej efektywny niż lokalizowanie tzw. buforowych parkingów strategicznych na obwodzie śródmieścia.

Pozostaje wreszcie wspomnieć o ruchu pieszym, którego potrzeby są czynnikiem wpływającym silnie na organizację ruchu, zwłaszcza w obszarach śródmiejskich i osiedlach mieszkaniowych. W obszarach tych piesi muszą być traktowani ze szczególną uwagą.

Z przytoczonych skrótowych rozważań wynika, że organizacja transportu w mieście ma zróżnicowane cele, w zależności od położenia obszaru i jego charakteru.

W najbardziej syntetycznej formie idea zróżnicowanej obsługi transportowej jest zawarta w koncepcji trzech stref ****), którą można scharakteryzować następująco:

W strefie A (centralnej), o bardzo dużej koncentracji obiektów stanowiących cele podróży, podstawową rolę powinien odgrywać transport publiczny i ruch pieszy. Spośród różnych rodzajów ruchu samochodowego w pierw-

*) Tak zwany car-pooling.

***) Tak zwany dial-a-bus.

****) „Zaparkuj i jedź” (komunikacją zbiorową).

*****) Idea „trzech stref” przedstawiona była i pozytywnie zaopiniowana m.in. na I Seminarium Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ na temat „Rola transportu w planowaniu i rozwoju miast” (Monachium, czerwiec 1973).

szej kolejności muszą być zaspokojone potrzeby ruchu obsługującego strefę (ruch dostawczy, wywóz odpadów, obsługa techniczna itp.), ruch samochodów prywatnych może podlegać ograniczeniom w stopniu uzależnionym od przepustowości ulic, pojemności parkingów i warunków środowiskowych.

Strefa B (pośrednia), o średniej intensywności zabudowy, stanowi obszar obciążony znacznymi potokami ruchu generowanego w tej strefie, a także ruchu tranzytowego w stosunku do niej. Ten ostatni, powstający w strefie zewnętrznej i skierowany do centrum, objawia się w postaci skumulowanych potoków o charakterze radialnym.

W strefie B, o znacznej rozległości jest niezbędny zarówno sprawny transport zbiorowy, jak i odpowiednio wydolny układ drogowy. Układ drogowy w tej strefie bywa tak przeciążony, że dla uzyskania odpowiedniej sprawności transportu zbiorowego na niektórych trasach musi on być uniezależniony od ruchu indywidualnego.

W strefie C (zewnętrznej), o małej intensywności zagospodarowania, nie ma na ogół trudności z dostosowaniem przepustowości dróg i chłonności parkingów do potrzeb ruchu samochodowego. Komunikacja zbiorowa może koegzystować z indywidualną.

Praktyczne zastosowanie takiej idei polega na zastosowaniu środków technicznych i organizacyjnych, które zestawiono w tablicy 2-1.

Tablica 2-1

Elementy polityki transportowej w zależności od strefy*)

Element polityki transportowej	Zakres zastosowania w strefie		
	A	B	C
Rozwój szybkiej komunikacji (metro, tramwaj podziemny)	szeroki	w pasmach koncentracji ruchu	w pasmach koncentracji ruchu regionalnego
Priorytet naziemnych środków transportu publicznego (tramwaj, autobus, trolejbus)	szeroki	środek zalecany	—
Zakaz ruchu indywidualnego	w niektórych przypadkach	—	—
Ograniczenie ruchu indywidualnego	szeroki	w niektórych przypadkach	—
Polityka parkingowa			
— ograniczona liczba parkingów	w niektórych przypadkach	—	—
— opłaty za parkowanie	szeroki	w niektórych przypadkach	—
— ograniczony czas parkowania	szeroki	w niektórych przypadkach	—
Obszary ruchu pieszego	szeroki	w niektórych przypadkach	—

*) Na podstawie źródła [15]

W obszarach śródmiejskich, będących przedmiotem rozważań tej pracy, będą występowały strefy A i B. Na nich też zostanie skupiona dalsza uwaga.

Podsumowując rozważania na temat ogólnych zasad polityki komunikacyjnej na obszarach śródmiejskich trzeba stwierdzić, że uzasadnione wydaje się przyjęcie następującego uszeregowania rodzajów ruchu według ich znaczenia:

- ruch pieszy,
- transport publiczny,
- ruch dostawczy i obsługujący obszar,
- ruch samochodów osobowych w celach innych niż dojazdy do pracy,
- dojazdy do pracy samochodami prywatnymi,
- ruch tranzytowy.

Cele organizacji ruchu w obszarach śródmiejskich zależą od stosunku popytu i podaży przepustowości oraz pojemności parkingów^{*)}.

W pierwszym okresie rozwoju motoryzacji głównym celem jest zwykle:

- eliminacja bądź znaczne zmniejszenie ruchu tranzytowego przez śródmieście,
- zwiększenie przepustowości systemu.

W miarę wzrostu ruchu, kiedy występować zaczyna deficyt przepustowości i pojemności parkingowej, jako dodatkowy cel pojawia się zapewnienie priorytetu dla wybranych grup użytkowników: autobusów, pieszych, rowerów, samochodów dostawczych i obsługujących strefę.

W dalszym stadium wzrostu motoryzacji zachodzi często konieczność wprowadzenia ograniczeń ruchu samochodowego.

Formułując cele organizacji ruchu nie wymieniono oddzielnie bezpieczeństwa ruchu, ponieważ jest to wymóg nadrzędny, stawiany w każdym przypadku.

2.2 METODY ORGANIZACJI RUCHU

Klasyfikacja metod i środków organizacji ruchu, stosowanych na obszarach śródmiejskich, jest utrudniona złożonym charakterem poszczególnych środków, które bardzo rzadko są stosowane pojedynczo. Najczęściej występują ich kombinacje, np. pasmom dla autobusów towarzyszy zakaz zatrzymywania się i parkowania.

Interesującą próbę klasyfikacji stosowanych rozwiązań podjęli Greenwood i Ham [7]. Próba ta jest przedstawiona w tablicy 2-2.

W dalszych punktach rozdziału omówiono niektóre ze stosowanych środków. Jako kryterium wyboru przyjęto zakres zastosowań i aktualne zainteresowanie danym rozwiązaniem.

^{*)} Por. np. [8].

Tablica 2-2

Rozwiązania z zakresu organizacji ruchu według celów, jakim służą

Cel	Rozwiązania elementarne	Rozwiązanie zespolone
Wzrost przepustowości	Ograniczenia skrętów Ruch jednokierunkowy Ograniczenie zatrzymywania i postoju, zwłaszcza przy skrzyżowaniach Zmienne wykorzystanie pasów ruchu	Systemy sterowania ruchem Oznakowanie
Priorytet wybranych grup użytkownika	Pasy dla autobusów Sygnalizacja świetlna — priorytet dla autobusów Ciągi i obszary ruchu pieszego Priorytet dla ruchu rowerowego Przydział parkingów	Przydział pasów ruchu Kontrola parkowania przykrawężnikowego Projektowanie węzłów wielofunkcyjnych
Redukcja zapotrzebowania	Częściowe zamknięcie ulic dla ruchu Labirynty, enklawy Ograniczenie pojemności parkingów	Sygnalizacja świetlna

2.2.1 RUCH JEDNOKIERUNKOWY

Ruch jednokierunkowy jest jednym z najbardziej efektywnych środków organizacji ruchu, zwiększającym przepustowość oraz redukującym liczbę i skutki wypadków.

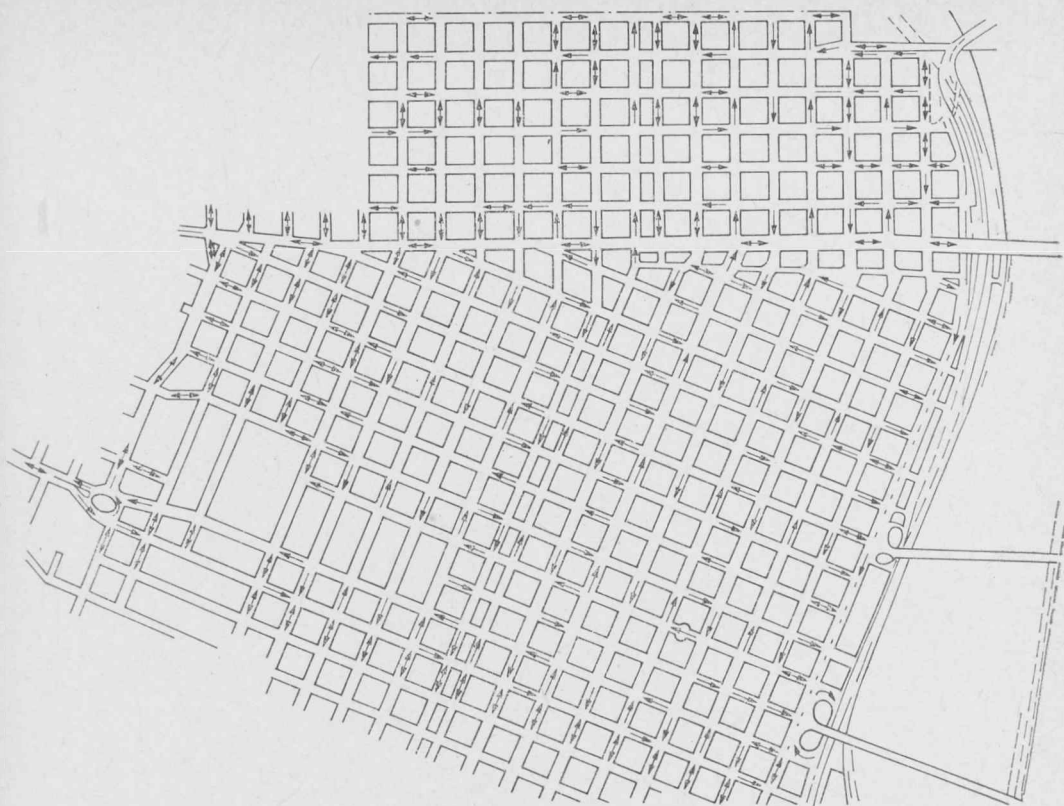
- Wzrost przepustowości wynika zwłaszcza z ograniczenia kolizyjności na skrzyżowaniach (eliminacja typowych kolizji między pojazdami skręcającymi w lewo oraz poruszającymi się wprost z przeciwnego kierunku ruchu), racjonalnego wykorzystania jezdni o nieparzystej liczbie pasów ruchu oraz lepszego wykorzystania wlotów na skrzyżowania. Nawet uwzględniając zwiększone nieco przebiegi pojazdów (nadkładanie drogi) przepustowości układu ulic jako całości zwiększa się o 20÷50%.

W przypadkach, kiedy przepustowość przewyższa potrzeby, powstaje możliwość uzyskania dodatkowych miejsc parkowania.

- Zmniejszenie liczby wypadków następuje wskutek zmniejszenia liczby punktów kolizji na skrzyżowaniach, eliminacji zderzeń czołowych, eliminacji oślepienia kierowców przez pojazdy nadjeżdżające z przeciwnego kierunku, ułatwienia przejścia przez jezdnię itp.

Równocześnie następuje poprawa warunków ruchu, wynikająca ze wzrostu przepustowości oraz możliwości lepszej koordynacji sygnalizacji świetlnej^{*)}.

*) Koordynacja w tym przypadku jest podporządkowana tylko wymogom płynności ruchu w jednym kierunku, przy ruchu dwukierunkowym zachodzi zwykle potrzeba rozwiązań kompromisowych, o ograniczonej efektywności dla każdego z dwóch kierunków ruchu.



Rys. 2-1. System ulic jednokierunkowych w Portland [23]

- Ujemnymi cechami układów ulic jednokierunkowych są, oprócz wspomnianego już wydłużenia przebiegu pojazdów, trudności orientacji dla pasażerów komunikacji zbiorowej i kierowców, wysiadanie pasażerów z pojazdów zatrzymujących się po lewej stronie jezdni oraz wzrost wypadków pewnych kategorii. Szersza analiza zalet i wad ruchu jednokierunkowego jest zawarta m.in. w pracy [24].

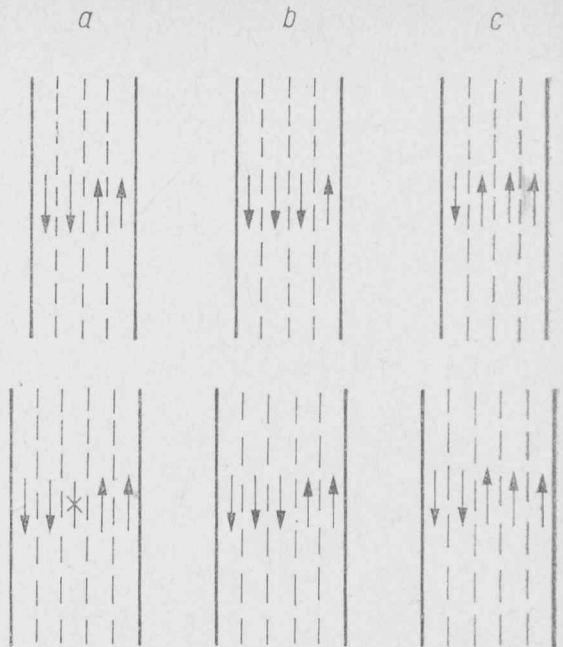
Zalety ruchu jednokierunkowego przewyższają w sumie jego wady w takim stopniu, że jest to rozwiązanie stosowane powszechnie w obszarach śródmiejskich. Uzyskuje się na ogół istotne zwiększenie pojemności komunikacyjnej obszaru. Szczególnie wysokie efekty przynosi tu rozwiązanie w przypadku regularnych, prostokątnych układów sieci ulicznej (rys. 2-1).

W każdym przypadku decyzja o przekształcaniu układu ulic dwukierunkowych w układ jednokierunkowy powinna być poprzedzona dokładną analizą dodatnich i ujemnych skutków zmian.

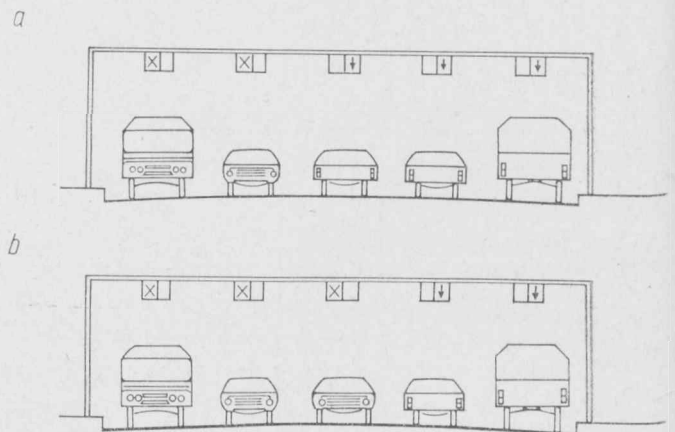
2.2.2 ZMIENNE WYKORZYSTANIE PASÓW RUCHU

W przypadku dużych nierównomierności kierunkowych ruchu powstają dodatkowe możliwości bezinwestycyjnego zwiększenia przepustowości przez elastyczne wykorzystywanie części pasów ruchu, przeznaczając je okresowo dla ruchu pojazdów w kierunku o większych natężeniach.

Rys. 2-2.
Organizacja ruchu na jezdni
4-pasowej i 5-pasowej
a — zrównoważonego, *b, c* — ze
znaczną przewagą w jednym
kierunku



Rys. 2-3.
Sygnalizacja na drodze 5-pasowej
a — zwiększone natężenie ruchu po
prawych pasach, *b* — zwiększone
natężenie ruchu po lewych pasach



Na rysunku 2-2 są pokazane możliwości elastycznego wykorzystania jezdni czteropasowej i pięciopasowej. Organizacja ruchu *a* jest stosowana w okresach ruchu zrównoważonego, znaczna przewaga ruchu w jednym kierunku uzasadnia rozwiązanie *b* lub *c*.

Omawiane rozwiązanie nadaje się szczególnie dobrze w przypadku tras dojazdowych do śródmieścia, w tym zwłaszcza na odcinkach o ograniczonej przepustowości (mosty, tunele).

Realizacja zmiennego wykorzystania pasów ruchu następuje najczęściej przez zainstalowanie sygnalizacji świetlnej dla każdego pasa ruchu (rys. 2-3).

Sygnalizatory są rozmieszczane w odstępach do 300 m.

Niekiedy podział kierunków ruchu jest wyznaczany za pomocą przenośnych stożków, w tym przypadku każda zmiana wiąże się z większym (w porównaniu z sygnalizacją) nakładem pracy.

2.2.3 PRIORYTET RUCHU ŚRODKÓW KOMUNIKACJI ZBIOROWEJ

Celowość stosowania środków organizacji ruchu, preferujących na obszarach śródmiejskich transport zbiorowy, wynika z rozważań dotyczących polityki komunikacyjnej (por. rozdział 1).

Charakteryzując najczęściej stosowane rozwiązania, skupiono uwagę na tych spośród nich, które nie wymagają kosztownych inwestycji.

Najstarszymi i nie wymagającymi objaśnień są wydzielone torowiska tramwajowe oraz sygnalizacja wzbudzana na przecięciach (skrzyżowaniach) torowisk tramwajowych z jezdniami.

Charakter komunikacji autobusowej sprawił, że lista możliwych rozwiązań jest tu znacznie dłuższa i obejmuje:

- wprowadzenie do kodeksu drogowego zasady pierwszeństwa dla autobusu wyjeżdżającego z zatoki przystankowej i włączającego się do ruchu,
- wydzielone pasy ruchu przeznaczone dla autobusów,
- sygnalizację świetlną dającą pierwszeństwo autobusom,
- ulice przeznaczone wyłącznie dla autobusów,
- jezdnie autobusowe na drogach szybkiego ruchu.

W wielu przypadkach dopuszcza się korzystanie z pasów ruchu autobusowego także taksówkom i pojazdom specjalnym.

Kryteria stosowania wymienionych tu rozwiązań stanowią do tej pory przedmiot badań i dyskusji. Jako kryterium nadrzędne proponuje się zwykle ogólny bilans strat (zwykle użytkowników samochodów prywatnych) i zysków (pasażerów transportu zbiorowego).

Przykładowo, jako kryteria szczegółowe, uzasadniające zastosowanie wydzielonego pasa ruchu dla autobusów, przytoczono zalecenia Grupy Roboczej OECD z 1976 r.:

- szerokość jezdni (minimum dwa pasy ruchu dla pozostałych pojazdów),
- natężenie ruchu autobusowego — powyżej 20 aut./h,
- stopień zatłoczenia,
- napelnienie autobusów,
- charakter zabudowy (konieczność zaopatrzenia i obsługi).

W Stanach Zjednoczonych jako główne kryterium przyjmuje się warunek, aby liczba pasażerów korzystających z wydzielonego pasa ruchu przewyższała liczbę użytkowników sąsiedniego pasa.

O zakresie rozpowszechnienia wydzielonych pasów dla autobusów świadczą wyniki ankiety OECD, dotyczącej 300 miast Europy i Ameryki Płn. o zaludnieniu powyżej 100 tys. mieszkańców [20]. W roku 1974 49% tych miast miało już to rozwiązanie, a dalsze 44% zamierzało je wprowadzić w najbliższym czasie.

Jako zbadane korzyści systemu wymienia się:

- skrócenie sumy czasów podróży (ogółu użytkowników)*),
- poprawę regularności kursowania środków transportu zbiorowego,
- zwiększenie liczby użytkowników transportu zbiorowego**),
- zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska.

Skutkiem negatywnym jest zwiększone na ogół zatłoczenie pozostałych pasów ruchu.

Przedmiotem dyskusji jest zwłaszcza kwestia wpływu wydzielenia pasów (jezdni) dla autobusów na ogólną dostępność do obiektów zlokalizowanych w śródmieściu. Kwestia ta wymaga dalszych obserwacji i badań. Nie stwierdzono istotnego wpływu wydzielonych pasów ruchu na bezpieczeństwo ruchu.

2.2.4 PRIORYTET RUCHU PIESZEGO

Koncentracja w śródmieściu, a zwłaszcza w centrum, obiektów wytwarzających ruch sprawia, że występują tu szczególnie duże potoki ruchu między:

- przystankami transportu zbiorowego a punktami docelowymi,
- parkingami a punktami docelowymi,
- poszczególnymi obiektami.

Cechami charakterystycznymi przemieszczeń są — oprócz dużego nasilenia — wielokierunkowość oraz niewielkie odległości. W tej sytuacji jest bardzo trudną oraz ekonomicznie nieuzasadnioną obsługa omawianych przemieszczeń za pomocą środków transportu. Kluczowe znaczenie ma zatem stworzenie odpowiednich warunków dla ruchu pieszego.

Warunki te obejmują:

- eliminację lub ograniczenie do minimum kolizji z innymi formami ruchu (samochodowego, tramwajowego itp.) przez odpowiednią lokalizację obiektów będących przedmiotem zainteresowania pieszych, kładki i tunelowe przejścia dla pieszych itp.,
- minimalizację fizycznych utrudnień w poruszaniu się pieszo, utrudnienia takie są stwarzane np. przez schody, odcinki o dużych pochyleniach,
- stworzenie dogodnych warunków środowiskowych (brak zanieczyszczenia powietrza, niski poziom hałasu).

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń w rozwiązywaniu problemów ruchu pieszego***) można stwierdzić, że najwłaściwszym, najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem jest stworzenie na obszarze centrum systemu ciągów pieszych i obszarów ruchu wyłącznie pieszego.

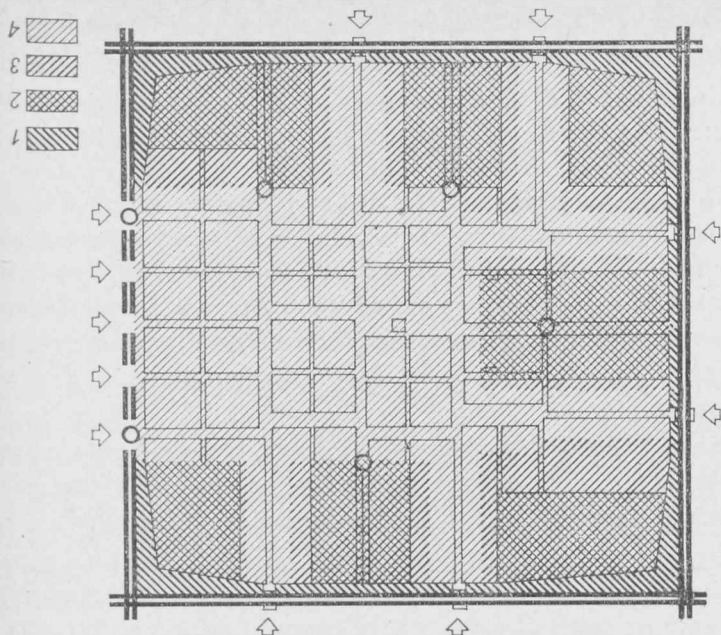
Modelowe ukształtowanie takiego systemu przedstawił m.in. M. Nowakowski (rys. 2-4).

Warunkiem powodzenia w tworzeniu obszarów ruchu wyłącznie pieszego

*) Sumaryczny zysk czasu pasażerów autobusów jest większy niż straty czasu pozostałych użytkowników.

**) W warunkach krajów zmotoryzowanych jest to uznawane za zjawisko korzystne ze względów energetycznych i środowiskowych.

***) Por. np. [15].



Rys. 2-4
 Strefowanie środowiskowe [15]
 1 — strefa wyłączonego ruchu kołowego, 2 — strefa dominującego ruchu kołowego, 3 — strefa dominującego ruchu pieszego, 4 — strefa wyłączonego ruchu pieszego

jest znaczna zawartość centrum; jako granicę dogodnego dojścia pieszego od przystanku bądź parkingu przyjmuje się zazwyczaj 300 m.

Wydzielenie ciągów i obszarów ruchu pieszego wiąże się z wprowadzeniem niekiedy drastycznych ograniczeń dojazdu samochodami. Temat ten jest przedmiotem rozważań w podrozdziale 2.2.5.

○ rosnącej popularności stosowania w centrum zasady priorytetu dla ruchu pieszego świadczy fakt, że w 1974 r. 69% spośród wspomnianych już 300 miast Europy i Ameryki Płn. miało strefy ruchu pieszego [20].

2.2.5 OGRANICZENIA RUCHU SAMOCHODOWEGO

Mimo wielu obiektywnie słusznych przesłanek ograniczenia ruchu samochodowego w niektórych obszarach (a zwłaszcza w centrum) wszelkie ograniczenia swobody użytkowania samochodu są z natury rzeczy bardzo kontrowersyjne.

Ograniczenie ruchu samochodowego może być dokonywane pośrednio bądź bezpośrednio.

Najczęściej stosowanym środkiem wpływającym pośrednio na wielkość i charakterystykę ruchu samochodowego jest polityka parkingowa. Temat ten jest omówiony w rozdziale 3, tu ograniczono się zatem do skrótowego jego przedstawienia.

Elementami polityki parkingowej są zazwyczaj: ograniczenie liczby miejsc postojowych, ograniczenie czasu parkowania, opłaty za parkowanie.

Ograniczenia podaży miejsc parkingowych są stosowane od niedawna

(np. w Londynie) i stosunkowo rzadko. Natomiast ograniczanie czasu parkowania w 1974 r. stosowało 88% z 300 miast badanych przez OECD; w 73% miast stosowano pobieranie opłat za parkowanie [20].

Ponieważ ograniczenia parkowania nie wystarczają i nie wszędzie umożliwiają uzyskanie pożądaných efektów, poszukuje się nowych, bardziej radykalnych rozwiązań. Są to np. opłaty za wjazd do danego obszaru, wydawanie zezwoleń na wjazd, ograniczenie liczby wjeżdżających pojazdów przez zmniejszenie przepustowości wlotów (np. przez odpowiednie zaprogramowanie sygnalizacji świetlnej), oraz przez tworzenie tzw. enklaw. Opłaty z a wjazd do obszaru są pobierane na wlotach do tego obszaru (na tzw. kordonie). Rozważane są i eksperymentalnie wdrażane^{*)} systemy sprzedaży licencji, uprawniających do wjazdu do krytycznego obszaru w danym dniu, tygodniu, miesiącu.

Licencje mogą być również wydawane bezpłatnie na podstawie ustalonych kryteriów. System ten jest uważany za bardziej sprawiedliwy społecznie, rysują się natomiast trudności w ustaleniu kryteriów kwalifikacyjnych.

Jednym z najnowszych rozwiązań jest kontrolowanie liczby pojazdów wjeżdżających do newralgicznego obszaru. W celu utrzymania warunków ruchu wewnątrz tego obszaru na założonym poziomie, na drogach wlotowych do obszaru sygnalizacja świetlna racjonuje pojazdy przez odpowiednie wydłużanie i skracanie trwania zielonego sygnału. W okresie stosowania ograniczeń na wlotach powstają kolejki oczekujących pojazdów.

Perspektywa oczekiwania skłania część kierowców do rezygnacji z podróży do newralgicznego obszaru.

Szczególnie szybko rozpowszechniają się ostatnio tzw. enklawy. Obszar objęty ograniczeniami ruchu dzielony jest na sektory — enklawy, dostępne jedynie z tras okalających ten obszar. Wszystkie bezpośrednie połączenia między enklawami zostają przecięte. Powoduje to eliminację ruchu tranzytowego oraz zniechęca kierowców do używania samochodów w krótkich podróżach między punktami zlokalizowanymi w sąsiednich enklawach. Wprowadzone eksperymentalnie to rozwiązanie w Sztokholmie w 1974 r. zostało zastosowane następnie w Szwecji w ponad stu miastach.

Najbardziej drastyczne ograniczenia bezpośrednie są realizowane przez zamknięcie obszaru dla ruchu wszelkich pojazdów bądź wybranych grup pojazdów. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest omówione dalej wprowadzenie stref ruchu wyłącznie pieszego. Ograniczenia częściowe dotyczyć mogą np.:

- wszelkich pojazdów z wyjątkiem transportu publicznego i ewentualnie taksówek,
- samochodów ciężarowych o dużej ładowności,
- wszelkich pojazdów z wyjątkiem ruchu dostawczego i obsługującego obszar.

Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że ograniczenia ruchu prywatnych samochodów osobowych są akceptowane przez społeczeństwo tym łatwiej, im wyższy jest standard usług transportu publicznego.

2.2.6. SYSTEMY CENTRALNEGO STEROWANIA

Centralne sterowanie stanowi najwyższy etap rozwoju systemów automatycznego sterowania ruchem. Według R. Krystka [11] etapy te są następujące:

- sterowanie stałoczasowe lub akomodacyjne na pojedynczych skrzyżowaniach,
- koordynacja sterowania na ciągach,
- sieciowa koordynacja sterowania w wybranych obszarach miasta,
- sterowanie strategiczne w aglomeracjach koordynujące sterowanie sieciowe w poszczególnych obszarach.

Istotną cechą najbardziej rozwiniętych systemów sterowania jest wykorzystanie komputerów, bez których nie ma praktycznych możliwości odpowiednio szybkiej oceny sytuacji ruchowej oraz racjonalnego wyboru strategii sterowania (planu sygnalizacji).

Pierwsze skomputeryzowane systemy sterowania ruchem na obszarze, oznaczonym zwykle symbolem ATC^{*)}, zostały zainstalowane w 1958 r. w Toronto i Monachium. Dalsze systemy zainstalowano w: Londynie, Hamburgu, Madrycie, Barcelonie, Akwizgranie, Glasgow, Waszyngtonie, Baltimore, New Haven i San Francisco. Obecnie liczba miast, w których funkcjonują systemy ATC, przekracza 100. Liczba skrzyżowań objętych systemem wynosi od kilkudziesięciu do powyżej tysiąca. Zaczątki systemu ATC stworzono w 1975 r. w Warszawie^{**)}.

Typowy system ATC składa się z następujących głównych podsystemów:

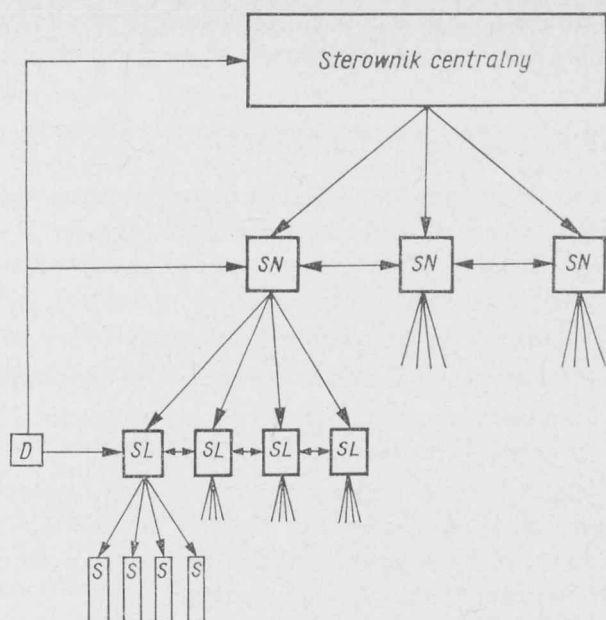
- obserwacji ruchu i stanu pracy urządzeń sterowania,
- analityczno-decyzyjnego,
- realizacji sterowania,
- łączności.

Sytuacja ruchowa jest śledzona automatycznie za pomocą systemu czujników (najczęściej pętle indukcyjne), rozmieszczonych w strategicznych punktach. Czujniki te rejestrują natężenia ruchu, a niektóre z nich dodatkowo: prędkość, fakt zatrzymania się pojazdu w rejonie czujnika bądź tzw. wskaźnik zajętości. Uzupełniającą rolę odgrywa zwykle telewizja przemysłowa, która umożliwia wizualną obserwację wybranych, newralgicznych skrzyżowań i odcinków.

Informacje o ruchu w danym przedziale czasu są transmitowane drogą kablową bądź radiową do centrali, w której są przetwarzane przez komputer. W warunkach normalnych sposób sterowania jest wybierany automa-

^{*)} Area Traffic Control, ostatnio jest stosowany również skrót UTC — Urban Traffic Control.

^{**)} System produkcji hiszpańskiej firmy EYSSA scharakteryzowany jest bliżej w pracy [11].



Rys. 2-5.

System sterowania hierarchicznego [19]
 SN — sterownik nadrzędny, SL —
 sterownik lokalny, D — detektor, S —
 sygnalizator

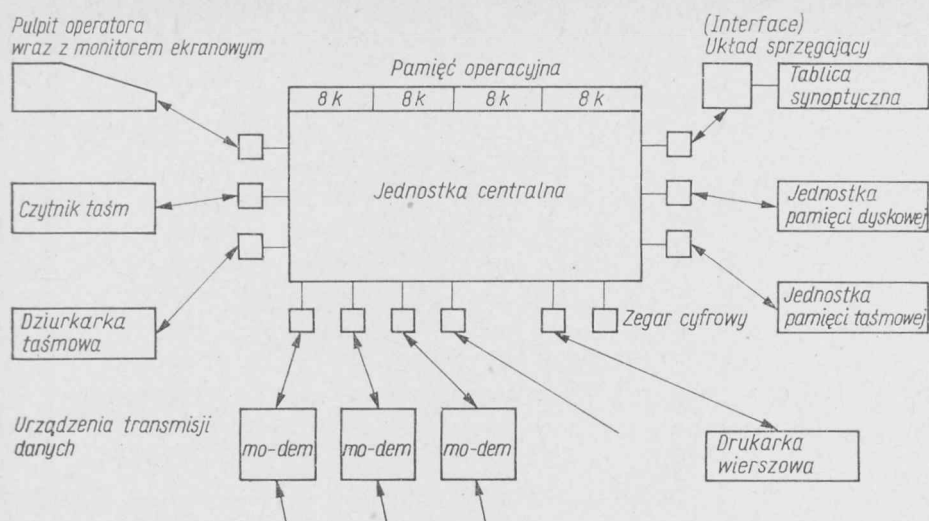
tycznie przez komputer i wdrażany za pomocą sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach.

W przypadkach awaryjnych lub w warunkach specjalnych jest niezbędna reakcja dyspozytora, który — po otrzymaniu informacji o danym zdarzeniu — rozpoznaje sytuację (np. za pomocą telewizji) oraz podejmuje decyzje o sposobie działania (wezwanie pogotowia, straży pożarnej, policji drogowej itp. oraz zastosowanie awaryjnej strategii sterowania).

Struktura i sposób działania systemów ATC są zróżnicowane. Ze względu na technikę wyboru sposobu regulacji można wyróżnić rozwiązania z wariantowymi programami działania, wybieranymi według wcześniej ustalonego rozkładu czasu, oraz systemy, w których jest dokonywany wybór na podstawie wyników automatycznego pomiaru ruchu w okresie poprzedzającym z zastosowaniem ustalonych kryteriów selekcji programu (spośród opracowanych wcześniej i znajdujących się w pamięci komputera). Aktualnie są czynione eksperymenty z systemami, w których sposób stosowania jest generowany przez komputer na bieżąco (sterowanie w czasie realnym).

Systemy ATC są zwykle systemami, w których czynności sterowania są podzielone między kilka poziomów sterowania (skrzyżowania, grupa skrzyżowań, dzielnica, miasto).

Rysunek 2-5 przedstawia schemat systemu hierarchicznego, w którym elementem pośrednim między sterownikiem centralnym i lokalnymi jest tzw. sterownik nadrzędny. Jako sterowniki nadrzędne są stosowane zwykle minikomputery ogólnego przeznaczenia bądź kalkulatory specjalistyczne. Sterownik nadrzędny nadzoruje 20÷50 sterowników lokalnych.



Rys. 2-6. Schemat typowej centrali sterowania [19]

Schemat wyposażenia typowej centrali sterowania przedstawiono na rysunku 2-6.

Systemy ATC okazały się szczególnie efektywne. Z badań brytyjskich [7] wynika, że:

- uzyskano skrócenie czasów przejazdu w obrębie obszaru objętego systemem ATC o $10 \div 15\%$,
- nastąpiła redukcja liczby wypadków o 14% ,
- stan niezbędnego personelu policji drogowej zmniejszył się o 40% .

Najnowsza generacja systemów centralnego sterowania została rozwinięta ostatnio przez Departament Transportu W. Brytanii [7]. Wykorzystując doświadczenia zebrane przy tworzeniu systemów dla wielkich aglomeracji opracowano koncepcję tzw. Compact Urban Traffic Control (CUTC), dostosowaną do potrzeb małych miast.

Jako punkt wyjścia przyjęto następujące wymagania:

1. System powinien być tani w budowie i eksploatacji.
2. Komputer i inne urządzenia centrali powinny być małogabarytowe i nadawać się do instalacji w typowych pomieszczeniach biurowych (bez klimatyzacji).
3. System powinien umożliwiać kompleksowe zarządzanie ruchem.
4. System powinien być modułarny, nadający się do stopniowej rozbudowy

System CUTC realizuje:

- koordynację sygnalizacji,
- informowanie o stanie pracy urządzeń (tzw. monitoring),
- priorytet ruchu autobusowego na wybranych ciągach,

- priorytet ruchu pojazdów specjalnych (pogotowie ratunkowe, straż pożarna, policja itp.),
- wyznaczanie i sygnalizowanie tras zastępczych,
- informowanie o zajętości parkingów,
- informowanie o stanie zatłoczenia ulic,
- rejestrowanie danych o ruchu i zdarzeniach.

Systemy CUTC zainstalowano m.in. w Hull, Torquay Paignton, Edinburghu i Bristolu.

Dla zilustrowania, w jaki sposób są stosowane w praktyce opisane rozwiązania, omówiono w rozdziale 3 przykłady szczególnie interesujących kompleksowych przedsięwzięć w zakresie organizacji ruchu w śródmieściach.

2.3 PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA ORGANIZACJI RUCHU W ŚRÓDMIEŚCIU

Wybór przykładów ilustrujących różne drogi poszukiwań jest utrudniony mnogością podejmowanych eksperymentów. O różnorodności tych poszukiwań świadczy zestawienie zawarte w tablicy 2-3, zaczerpniętej z pracy [8].

Na podstawie wyników analizy dostępnych autorom doświadczeń wybrano, jako szczególnie interesujące, Monachium, Besançon, Göteborg, Singapur.

2.3.1 MONACHIUM

Przypadek Monachium jest interesujący ze względu na to, że wielkość miasta (ok. 1,3 mln mieszkańców) i aglomeracji (ok. 2,2 mln mieszkańców) są porównywalne z aglomeracją warszawską. Również liczba dojeżdżających do pracy w mieście spoza granic administracyjnych (153 tys. pasażerów w 1970 r.) jest zbliżona do obserwowanej w Warszawie. W roku 1974 łączna liczba pojazdów samochodowych zarejestrowanych w mieście przekroczyła 400 tysięcy (w Warszawie w 1980 r. liczba samochodów osobowych przekroczyła 250 tys.).

Podobnie jak w wielu innych miastach zachodnioeuropejskich w okresie szybkiego wzrostu motoryzacji (lata sześćdziesiąte) „polityka komunikacyjna była skrajnie promotoryzacyjna, a jej skutki wywoływały tylko nieliczne sprzeczności. W rezultacie istotna część życia miejskiego została zniszczona, zanim mieszkańcy uświadomili sobie rosnące kłopoty spowodowane przez planowe przedsięwzięcia podejmowane w interesie transportu indywidualnego. Dopiero w 1968 r. burmistrz Monachium wystąpił z propozycją drastycznej zmiany polityki w celu przywrócenia równowagi” [15].

W rzeczywistości pierwsze istotne zmiany w polityce komunikacyjnej zaczęły nieco wcześniej. W zatwierdzonym przez Radę Miejską w 1965 r. generalnym planie rozwoju transportu, jako jedno z głównych zadań przyjęto rozwój systemu transportu zbiorowego, obsługującego obszary największej koncentracji ruchu (w tym przede wszystkim centrum). Rozwój ten polegał na:

- stworzeniu na podstawie istniejącego systemu linii kolei państwowych — systemu kolei regionalnej,

Tablica 2-3

Zastosowanie wybranych metod organizacji transportu i ruchu

Rozwiązanie	Miejsce zastosowania					
	Monachium	Uppsala	Nagoya	Besançon	Bolonia	Nottingham
Transport publiczny						
Modernizacja kolei regionalnej	x					
Rozwój szybkiej kolei miejskiej	x					
Integracja i koordynacja transportu publicznego	x					
Ulice wyłączone dla autobusów		x		x		x
Pasy ruchu dla autobusów		x	x	x	x	x
Sygnalizacja preferująca autobus			x	x		x
Pierwszeństwo skrętu dla autobusu						x
Zwiększona częstotliwość ruchu autobusowego				x	x	x
Modernizacja taboru i zaplecza				x	x	x
Ekspresowe połączenie autobusowe z peryferyjnymi parkingami				x	x	x
Bezpłatna komunikacja publiczna					x	x
<i>Para-transit</i> : obsługa autobusowa klientów handlu				x		x
<i>Para-transit</i> : taksówki zbiorowe				x		
Organizacja i ograniczenie ruchu						
Zmniejszenie wydatków na budowę dróg	x					x
Eliminacja ruchu tranzytowego przez budowę obwodnic, alternatywne drogi itd.	x	x	x	x	x	x
Enklawy połączone z systemem ruchu jednokierunkowego	x	x	x	x	x	x
System centralnego sterowania ruchem			x	x	x	x
Licencjonowania pojazdów					x	
Ograniczenie przepustowości wlotów						x
Polityka parkingowa						
Zmniejszenie liczby stanowisk przykrawężnikowych	x	x	x	x	x	x
Zmniejszenie liczby stanowisk na parkingach wydzielonych	x	x				x
Ograniczenie czasu parkowania	x				x	x
Opłaty zróżnicowane w zależności od strefy czasu		x		x	x	x
Parkingi na obrzeżu	x			x		x
Strefy ruchu pieszego						
	x	x	x	x	x	x
System wydzielonych dróg rowerowych						
		x				

- zainicjowaniu budowy metra obsługującego centralne dzielnice miasta,
- zintegrowaniu wszystkich rodzajów transportu zbiorowego (kolej, metro, tramwaje, autobusy miejskie i podmiejskie) w jednolity system, wspólnie zarządzany i finansowany.

W okresie do Olimpiady (1972 r.) zrealizowano najbardziej istotną część koncepcji. Budowa czterokilometrowego odcinka kolejowej linii średnicowej



Rys. 2-7. Organizacja ruchu na Fraunhoferstrasse w Monachium [4]

(przechodzącego tunelem pod centrum) miała decydujące znaczenie dla stworzenia systemu kolei regionalnej. Linia średnicowa połączyła bowiem dwa dworce czołowe, do których od zachodu dochodziło 6 linii podmiejskich, od wschodu zaś dalsze 5 linii *).

Zbudowano pierwsze odcinki metra na kierunku północ-południe (w tym odcinek łączący centrum ze stadionem olimpijskim).

W wyniku wielu działań, mających na celu usprawnienie konwencjonalnego transportu publicznego (tramwaje, autobusy) uzyskano w ciągu kilku lat wzrost średniej prędkości komunikacyjnej tramwajów z 15,8 do 17,7 km/h w okresie, w którym potroiła się liczba samochodów osobowych [13].

Priorytet ruchu środków komunikacji zbiorowej w ruchu ulicznym został uzyskany następującymi środkami:

- fizyczne wydzielanie torowisk tramwajowych krawężnikami lub za pomocą oznakowania poziomego,
- czasowe bądź stałe wydzielanie pasów dla autobusów,

*) O skali sukcesu w rozwijaniu systemu kolei regionalnej świadczy fakt, że liczba pasażerów przewożonych tą koleją wzrosła ze 160 tys. pas./24 h w 1971 r. (przed uruchomieniem linii średnicowej) do 460 tys. pas./24 h w 1974 r.; przekroczyło to o 120% wartość prognozowaną na ten rok.



Rys. 2-8. Obsługa komunikacyjna centrum Monachium [14]

- wprowadzenie nad pasami ruchu sygnalizacji umożliwiającej przeznaczenie danego pasa wyłącznie dla ruchu tramwajowego,
- stosowanie na skrzyżowaniach sygnalizacji świetlnej, zapewniającej priorytet środków transportu zbiorowego.

Przykład rozwiązania organizacji ruchu w trudnych warunkach historycznie ukształtowanego układu ulicznego pokazuje rysunek 2-7.

Uzyskanie znacznej poprawy sprawności funkcjonowania transportu zbiorowego (prędkość, częstotliwość, mniejsze zapelnienie) umożliwiło wprowadzenie w centrum Monachium znacznych ograniczeń w ruchu samochodowym. System obsługi komunikacyjnej centrum zorganizowany został następująco (rys. 2-8):

- w miejscu przecięcia się linii średnicowej kolei regionalnej i metra stworzono główny węzeł ruchu pasażerskiego (przystanek Marienplatz),
- wokół centrum ukształtowano obwodnicę (Altring), średnicy około 1,3 km, której głównym zadaniem jest przejęcie całości ruchu tranzytowego w stosunku do centrum oraz obsługa centrum (dojazdy do enklaw),



Rys. 2-9. Zmiana charakteru jednej z głównych arterii śródmiejskich Monachium [14]
a — ulica przed wycofaniem ruchu samochodowego, *b* — ulica przeznaczona wyłącznie dla ruchu pieszego

- wewnątrz centrum stworzono system enklaw, dostępnych na ogół jedynie z arterii obwodowej,
- utworzono starannie zaprojektowany system ciągów pieszych,
- wprowadzono odpowiednie ograniczenia parkowania.

System ciągów pieszych stworzony w centrum Monachium jest uważany za osiągnięcie w skali światowej. Główną osią systemu jest dawna główna ulica śródmiejska (Kaufingerstrasse — Neuhauserstrasse) łącząca Marienplatz z Karlsplatz (odcinek długości około 800 m).

Zmianę charakteru tej ulicy ilustrują najlepiej rysunki 2-9 *a* i *b*. W rejonie o priorytecie ruchu pieszego nastąpił wielki wzrost frekwencji, a miały także miejsce bardzo korzystne zmiany w jakości utrzymania budynków i obiektów handlowych.

Polityka parkingowa w centrum polegała z jednej strony na wprowadzeniu opłat i ograniczeń czasu parkowania, z drugiej zaś na eliminacji części miejsc postojowych. Odstąpiono całkowicie od poprzedniej polityki zachęcania do budowy w centrum parkingów wielopoziomowych. Zbudowane wcześniej parkingi są wykorzystywane w dużym stopniu, jednak znalezienie wolnego miejsca jest na ogół możliwe,

Stwierdzono wielki wzrost zainteresowania podróżujących do centrum systemem park-and-ride. Przy przystankach peryferyjnych zbudowano 5500 stanowisk parkingowych, korzystanie z których jest bezpłatne dla okazicieli biletu transportu publicznego do obszaru o ograniczonym ruchu samochodowym.

W sumie organizację ruchu w centrum Monachium ocenia się pozytywnie. Skojarzone uprawnienie transportu publicznego i ruchu pieszego oraz ograniczenia ruchu samochodowego doprowadziły do stanu równowagi, w którym — przy znacznie zwiększonej liczbie użytkowników centrum — nie obserwuje się istotnych zakłóceń w ruchu samochodowym na omawianym obszarze.

2.3.2 BESANÇON (FRANCJA)

Besançon (135 tys. mieszkańców) jest szybko rozwijającą się stolicą regionu. Charakterystyczne dla miasta są wyższe niż przeciętne dla Francji wskaźniki motoryzacji (ok. 300 samochodów osobowych/tys. mieszkańców) oraz ruchliwości (5,7 podróży na gospodarstwo domowe/dobę). Trudności komunikacyjne, jakie wystąpiły w mieście, są spotęgowane warunkami terenowymi (urozmaicona rzeźba terenu, centrum położone w zakolu rzeki).

Wobec pogarszającej się sytuacji ruchowej władze miejskie podjęły w 1973 r. decyzje o radykalnych zmianach w organizacji ruchu w rejonie centrum. Głównym celem było stworzenie warunków dla dalszego rozwoju centrum jako ośrodka handlowo-usługowego, przy ochronie kulturowych wartości historycznego Starego Miasta, stanowiącego fragment tegoż centrum. W stosunku do systemu transportu postawiono jako cel: „nie tylko rozwiązanie problemu ruchu samochodowego, ale także zaspokojenie potrzeb charakterystycznych dla cywilizacji końca 20 wieku, mianowicie zapewnienie warunków dla ruchliwości mieszkańców przez wybór właściwej technologii dostosowanej do wymogów planowania urbanistycznego. Planowanie miasta przystosowanego do samochodu byłoby bitwą o przegraną sprawę” [21]. Cele programu oraz środki ich osiągnięcia zestawiono w tablicy 2-4 [12].

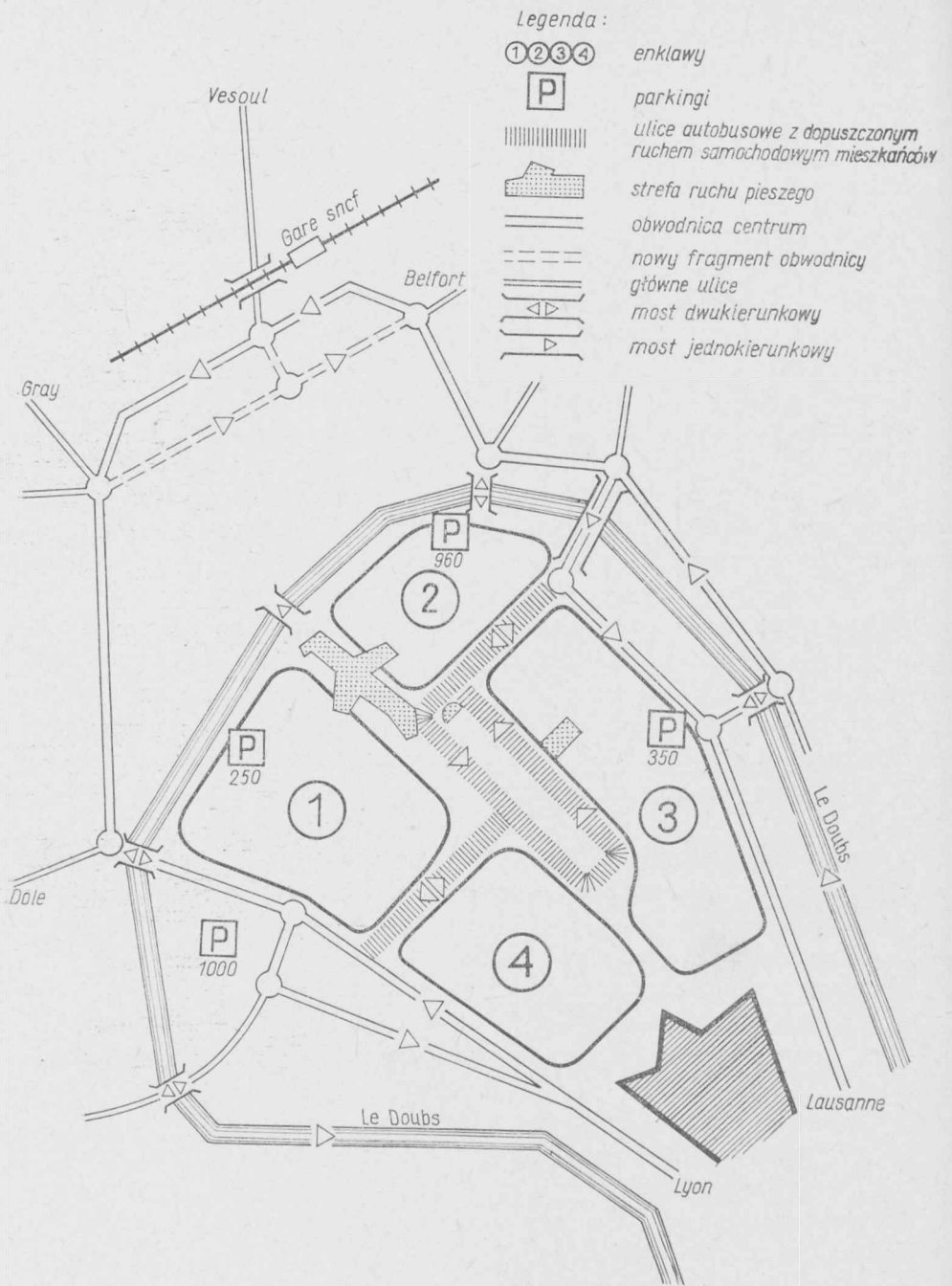
Wybrany do realizacji wariant organizacji ruchu (rys. 2-10) przewidywał:

- ograniczenia ruchu w centrum przez uniemożliwienie przejazdów tranzytowych,
- wyznaczenie obszarów ruchu pieszego,
- wyznaczenie ulic dla autobusów z dopuszczeniem ruchu samochodów obsługujących daną ulicę,
- wyznaczenie arterii obwodowej, która mogłaby przejąć ruch tranzytowy.

Ograniczenia ruchu w centrum polegają na podzieleniu całego obszaru o powierzchni około 170 ha na 4 enklawy („cellules de circulation”). Dojazd do każdej enklawy jest możliwy tylko z zewnątrz. Połączenia drogowe między enklawami mogą być używane tylko przez tzw. pojazdy funkcyjne (obsługujące) centrum.

Na całym obszarze centrum obowiązują ograniczenia parkowania (dyski parkingowe bądź opłaty).

Cztery główne arterie centrum przeznaczono dla ruchu autobusowego, z tym że jest dopuszczony na nich także ruch pojazdów dostawczych i specjalnych, taksówek, służb miejskich oraz mieszkańców danej ulicy (na pod-



Rys. 2-10. Schemat organizacji ruchu w centrum Besançon [5]

Tablica 2-4

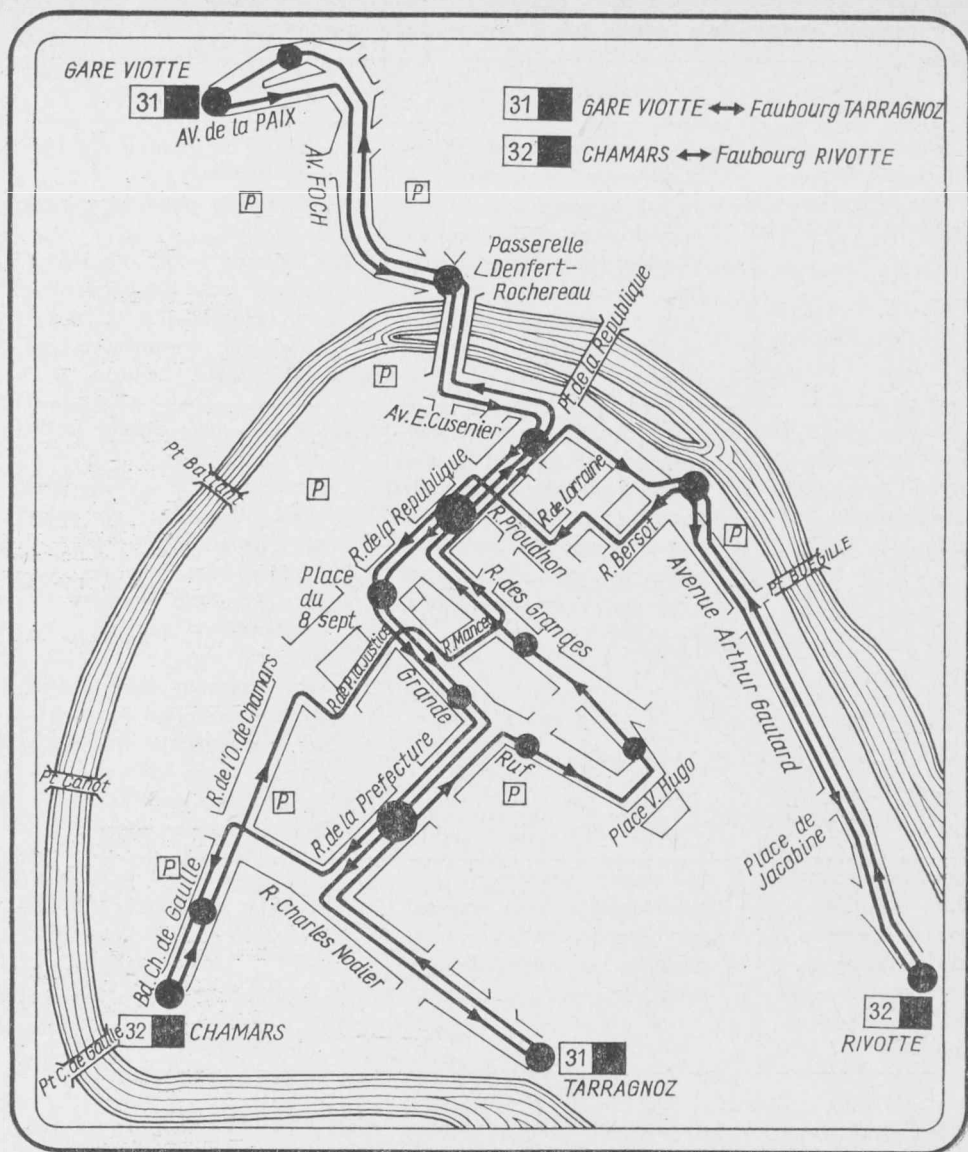
Cele projektu usprawnienia obsługi komunikacyjnej centrum Besançon

Cel główny	Cele szczegółowe	Środki techniczne
Zwiększenie dostępności centrum	1. Ograniczenie ruchu samochodowego w centrum, a zwłaszcza usunięcie ruchu tranzytowego przez centrum. Równocześnie zapewnienie dogodnego dostępu do centrum samochodem oraz usprawnienie ruchu w całym mieście	1.1. Podział centrum na 4 enklawy. 1.2. Stworzenie obwodnicy centrum. 1.3. Klasyczne środki organizacji ruchu; ruch jednokierunkowy, usprawnienia na skrzyżowaniach, nowoczesna sygnalizacja itd.
Poprawa warunków środowiskowych i bezpieczeństwa ruchu w centrum	2. Priorytet dla transportu publicznego na trasach prowadzących do centrum oraz w obszarze centrum. Usprawnienie transportu autobusowego w skali miasta przez rozszerzenie zakresu i jakości usług	2.1. Rezerwowanie pasów ruchu dla autobusów. 2.2. Przekształcenie układu linii autobusowych i podwojenie częstotliwości ruchu. 2.3. Poprawa regularności ruchu oraz komfortu komunikacji autobusowej; poprawa informacji. 2.4. Wprowadzenie nowych form obsługi centrum: wewnętrzna komunikacja minibusowa, taksówki zbiorowe, linie podmiejskie. 2.5. Bezpłatne przesiadanie.
Stworzenie dobrych warunków przemieszczania się na obszarze centrum dla wszystkich grup społecznych	3. Stworzenie wszystkim użytkownikom centrum atrakcyjnego środowiska pracy i wypoczynku w warunkach wolnych od uciążliwości ruchu	3. Stworzenie stref ruchu pieszego w najbardziej obciążonych częściach centrum.

stawie przepustek wydawanych przez władze miejskie). Ograniczenia ruchu na omawianych arteriach nie obowiązują w godzinach 20.30÷7.00, co wieczorem pozwala korzystać z nich klientom centrum dojeżdżającym do kin, teatrów, restauracji itp.

Przyznaniu priorytetu dla transportu autobusowego towarzyszyło radykalne usprawnienie tego transportu przez całkowitą zmianę układu linii i rozkładów jazdy w skali całego miasta. Jako cel postawiono podwojenie liczby pasażerów, korzystających z tego transportu. Układ linii autobusowych w centrum przedstawia rysunek 2-11.

Analiza natężeń ruchu pieszego doprowadziła do wyznaczenia dwóch obszarów tego ruchu. W obu przypadkach w pobliżu tych obszarów znajdują się parkingi o znacznej liczbie stanowisk. Na ulicach przeznaczonych dla pieszych przebudowano nawierzchnię.



Rys. 2-11. Układ linii autobusowych obsługujących centrum Besançon [5]

Modernizacja arterii obwodowej polegała na: przeprojektowaniu skrzyżowań, modernizacji sygnalizacji świetlnej, poszerzeniu niektórych odcinków, budowie przejść dla pieszych w drugim poziomie na ciągach o dużym obciążeniu. Zbudowano także odcinek uzupełniający obwodnicę.

Koszty przedsięwzięcia zostały pokryte w jednej trzeciej przez rząd, reszta z budżetu miejskiego. Realizacja projektu trwała 9 miesięcy (luty — październik 1974 r.).

chu były przedmiotem starannie zaplanowanych obserwacji [12]. Ogólna ocena rozwiązania jest wysoce pozytywna. Uznano, że trzy główne cele zostały osiągnięte. W szczególności została potwierdzona przydatność enklaw, jako środka ograniczenia ruchu nie związanego z danym obszarem. Jest charakterystyczne, że wyeliminowany z centrum ruch tranzytowy został zastąpiony ruchem pojazdów dojeżdżających do centrum (prywatnych i komunikacji zbiorowej). Wzrosła liczba osób odwiedzających centrum, a ruch na obszarach pieszych był znacznie intensywniejszy, niż oczekiwano. Szczególnie pozytywna ocena rozwiązania pochodzi od pasażerów transportu publicznego oraz generalnie od młodzieży i osób starszych.

W skali miasta liczba pasażerów transportu zbiorowego wzrosła o ponad 60%, jednakże wyrażane są opinie, że odbyło się to zbyt wysokim kosztem. Nie potwierdziła się teza, że zwiększenie udziału transportu zbiorowego w przewozach prowadzić powinno do poprawy jakości środowiska. W rzeczywistości, mimo zmniejszenia się natężenia ruchu na ulicach zarezerwowanych dla autobusów, nastąpił wzrost poziomu hałasu, spowodowany zwiększonym ruchem autobusów. Na pozostałych ulicach i placach zaobserwowano natomiast istotne zmniejszenie hałasu i zanieczyszczenia powietrza.

Ocenia się, że w sumie koncepcja zrealizowania w Besançon stanowi praktyczne rozwiązanie problemu transportu w miastach historycznych i centrach miast o słabo rozwiniętej sieci ulicznej oraz ograniczonych możliwościach rozwoju transportu zbiorowego.

2.3.3 GÖTEBORG (SZWECJA)

Miasto portowe Göteborg, o zaludnieniu około 450 tys. mieszkańców (aglomeracja 690 tys. mieszkańców), jest położone u ujścia rzeki Göta, która dzieli je na dwie części.

Stopień nasycenia pojazdami charakteryzują następujące wskaźniki (stan w 1975 r.):

- samochody osobowe — 300 poj/tys. mieszk.
- rowery — 550 poj/tys. mieszk.
- mopedy — 65 poj/tys. mieszk.

Duża liczba rowerów sprawia, że znaczna część podróży odbywa się tym środkiem transportu. I tak na statystycznego mieszkańca od 15 do 75 lat w roboczym dniu tygodnia przypadają następujące liczby podróży:

- pieszo, rowerem, mopedem — 2,0
- samochodem osobowym — 1,5
- tramwajem, autobusem — 0,5

Polityka komunikacyjna, przyjęta w Göteborgu, wynika z podstawowego celu polityki miejskiej, którym jest: „utrzymanie funkcji centrum, jako głównego ośrodka handlu, administracji i życia kulturalnego w regionie. Równocześnie należy zachować charakter i architekturę centrum oraz poprawić warunki środowiskowe na tym obszarze“ [2].

Należy podkreślić, że dla osiągnięcia takich celów nie przyjęto z góry,

że konieczne jest ograniczenie ruchu samochodowego. Poszukiwano natomiast takiego zestawu środków, aby uzyskać optymalną kombinację różnych rodzajów transportu. „Ograniczenia ruchu nie są zatem przyjmowane jako cel sam w sobie, ale są jednym z wielu sposobów poprawy warunków życia w miastach“.

Organizacja ruchu w centrum została podporządkowana ostatecznie zasadzie, że konieczne jest równoległe:

- usprawnienie transportu publicznego,
- eliminacja ruchu samochodowego tranzytowego w stosunku do centrum,
- właściwe wykorzystanie miejsc postojowych,
- zapewnienie odpowiednich warunków dla ruchu pieszego i rowerowego.

Usprawnienie transportu publicznego zostało uznane za ważne zadanie, ponieważ w 1970 r. korzystało z niego 49% dojeżdżających do pracy w centrum ze strefy podmiejskiej; analogiczny wskaźnik dla dojeżdżających z rejonów położonych w granicach administracyjnych miasta wynosił 59%. Przeciętne czasy podróży środkami transportu publicznego były około dwukrotnie dłuższe niż czasy dojazdu samochodem osobowym. Jako cel postawiono zatem zmniejszenie do połowy różnicy między czasami podróży transportem publicznym i indywidualnym.

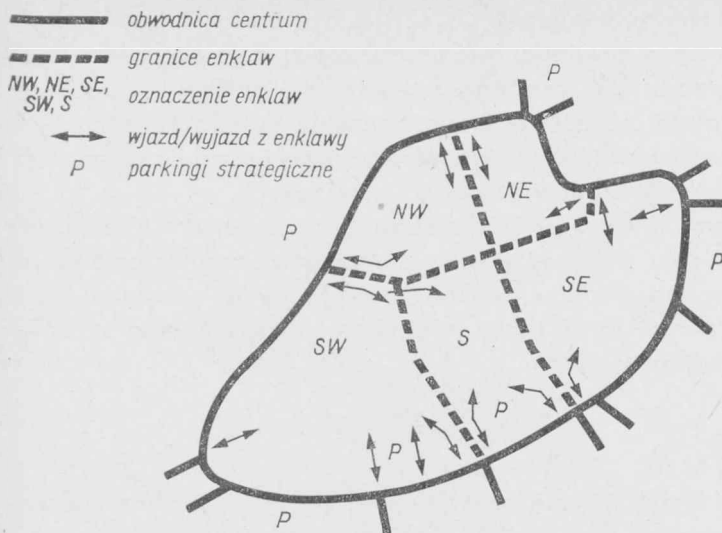
W systemie transportu publicznego w Göteborgu, opartym na szybkim tramwaju (torowiska wydzielone w około 75%) i autobusie, wprowadzono następujące usprawnienia: zwiększono udział komunikacji ekspresowej, zwiększono stopień segregacji ruchu zbiorowego i indywidualnego, szerzej zastosowano sterowanie sygnalizacją świetlną uprzywilejowującą tramwaje i autobusy.

Usunięcie ruchu tranzytowego z centrum nastąpiło przez wprowadzenie w 1970 r. podziału centrum na 5 enklaw, dostępnych jedynie z obwodnicy śródmiejskiej (rys. 2-12). Granice enklaw mogą być przekraczane tylko przez środki transportu publicznego.

W wyniku wprowadzenia enklaw natężenia ruchu w układzie wewnętrznym zmniejszyły się około 30%, natomiast na arteriach otaczających wzrosły o około 25%. Zmalała ogólna liczba wypadków.

Mimo stosunkowo dużej liczby miejsc parkingowych (ok. 39 tys. stanowisk) nie było możliwości zaspokojenia potrzeb parkingowych związanych z dojazdami samochodami do pracy. W związku z tym zastosowano politykę parkingową restrykcyjną w stosunku do dojeżdżających do pracy, w celu stworzenia możliwości parkowania dla „klientów“ centrum.

Mimo dużego znaczenia ruchu rowerowego i motorowerów oraz tendencji do stwarzania im dobrych warunków, przy kształtowaniu systemu ciągów rowerowych brane są pod uwagę uciążliwości tego ruchu (hałaśliwość motorowerów, zagrożenie dla pieszych — zwłaszcza w rejonach placów itp.). W szczególności za niepożądane w pewnych przypadkach uznano prowadzenie ciągów rowerowych w drugim poziomie.



Rys. 2-12.
 Organizacja ruchu
 w centrum Göteborga [1]

Efekty zmian w organizacji ruchu, wprowadzonych w centrum Göteborga, są oceniane następująco:

- warunki pracy, mieszkania i życia w centrum miasta uległy zasadniczej poprawie. Zmniejszyło się natężenie hałasu i poziom zanieczyszczenia powietrza;
- zahamowano tendencję do rezygnowania z transportu publicznego na rzecz samochodu, a nastąpił nawet pewien wzrost liczby pasażerów;
- poprawa warunków ruchu środków transportu publicznego przyniosła wzrost prędkości i poprawę regularności ruchu oraz spowodowała obniżenie kosztów własnych przedsiębiorstwa komunikacyjnego;
- natężenia ruchu samochodowego w sieci wewnątrz centrum zmniejszyły się o około 30⁰/0, natomiast na arteriach otaczających centrum wzrosły o około 25⁰/0; wzrosła średnia prędkość ruchu;
- liczba wypadków na terenie centrum i na obwodnicy zmniejszyła się o jedną trzecią;
- warunki ruchu obsługującego centrum (ruch dostawczy, pojazdy specjalne itp.) nie pogorszyły się lub uległy poprawie.

W sumie zmiany nie spowodowały pogorszenia sytuacji dla żadnej z grup użytkowników centrum. Wzrosła liczba osób odwiedzających centrum, obroty handlowe w centrum rosną dwukrotnie szybciej niż w aglomeracji jako całości. Uważa się, że wprowadzone zmiany uatrakcyjniły centrum i otworzyły nowe perspektywy dla jego dalszego rozwoju.

Pozytywne wyniki, uzyskane w latach 1970—1974, stworzyły podstawę do sformułowania nowej wersji polityki komunikacyjnej, którą zaakceptowały władze miejskie w 1979 r.

Wśród 32 zaleceń następujące zasługują na specjalną uwagę:

- należy dążyć do zmniejszenia natężeń ruchu w skali całego miasta i rozszerzyć obszar stosowania enklaw,
- budowa nowych dróg powinna być ograniczona; priorytet będą miały ulice, których budowa jest związana z tworzeniem enklaw,
- należy rozwijać nadal system szybkiego tramwaju oraz rozszerzać zakres stosowania pierwszeństwa ruchu środków transportu publicznego,
- należy rozwijać system ciągów pieszych i rowerowych,
- celem polityki parkingowej w śródmieściu jest zmniejszenie dojazdów samochodami w celu poprawy jakości środowiska, bezpieczeństwa ruchu, warunków ruchu środków transportu publicznego; zalecane środki obejmują m.in. zmniejszanie liczby miejsc parkingowych oraz stosowanie opłat za parkowanie.

2.3.4 SINGAPUR

W 1974 r. Singapur liczył 2,2 mln mieszkańców, z których 70% zamieszkiwało obszar o promieniu 8 km. Spośród 250 tys. samochodów, 150 tys. stanowiły prywatne samochody osobowe. Rosnące trudności komunikacyjne spowodowały podjęcie na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych działań zmierzających do opanowania tych trudności. Poza rozbudową dróg i parkingów oraz doskonaleniem organizacji ruchu, usprawniono komunikację autobusową (m.in. przez stworzenie systemu pasów ruchu tylko dla autobusów) oraz podjęto próby zmniejszenia spiętrzeń ruchu w godzinach szczytu przez rozłożenie godzin rozpoczynania pracy. Dla ograniczenia wzrostu motoryzacji (ok. 15% rocznie) wprowadzono dodatkowe opodatkowanie właścicieli samochodów.

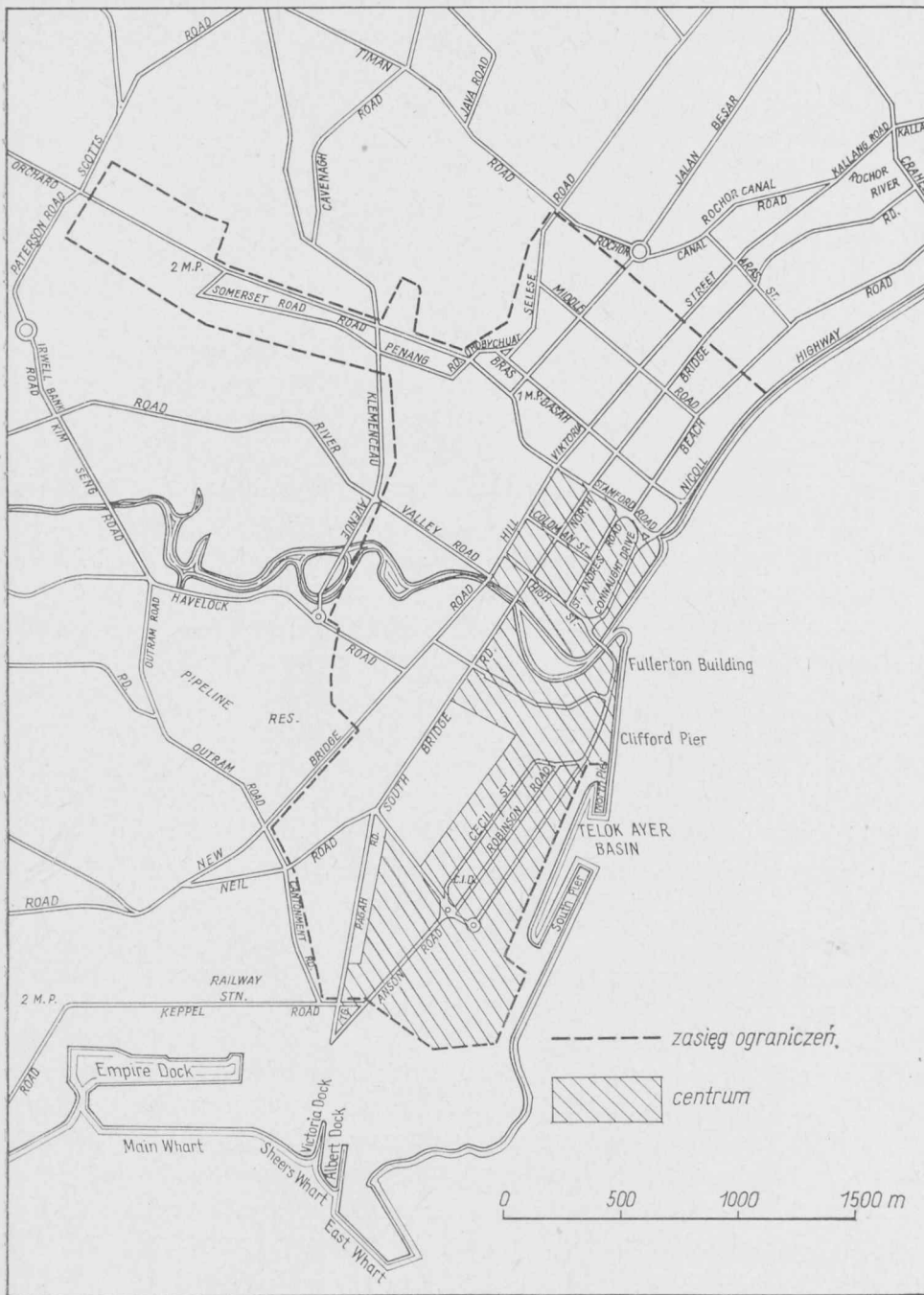
Ponieważ kroki te przyniosły tylko częściowy efekt, rząd zdecydował o podjęciu eksperymentu, którego „celem etapowym było zmniejszenie zatłoczenia ulic, perspektywnym zaś modyfikacja zachowań ludności, polegająca na zmianie stosunku do posiadania i użytkowania samochodu” [26].

Jako cel postawiono zmniejszenie szczytowych natężeń ruchu na neuralgicznym obszarze centrum o powierzchni około 500 ha. Przyjęto, że ograniczenia ruchu powinny spełniać następujące warunki:

- ograniczanie dostępności centrum nie powinno wpłynąć na życie gospodarcze,
- pasażerowie skłonieni do rezygnacji z jazdy własnym samochodem powinni być obsłużeni przez sprawną komunikację zbiorową,
- używanie samochodu powinno być ograniczone tylko w okresie występowania przeciążenia układu,
- rozwiązanie powinno być łatwe do wdrożenia i eksploatacji oraz nie powinno pociągać za sobą wydatków z budżetu miejskiego.

W wyniku analizy różnych rozwiązań wybrano wariant obejmujący opłaty za wjazd do centrum oraz opłaty za parkowanie. Obszar objęty ograniczeniem przedstawia rysunek 2-13.

Opłaty za wjazd do centrum obowiązują w godzinach szczytu porannego (7,30÷10,15). Stosowane są bilety jednodniowe (cena 1,3 dol. USA) i abo-



Rys. 2-13. Singapur — obszar ograniczeń ruchu [26]

namenty miesięczne (26 dol. USA). Od opłat są zwolnione samochody dostawcze i obsługujące miasto, autobusy oraz te samochody prywatne i taksówki, które wiozą cztery i więcej osób^{*)}. To ostatnie posunięcie ma na celu stymulowanie efektywniejszego wykorzystania samochodu (a zatem i drogi).

Równocześnie uruchomiono system park-and-ride, obejmujący:

- parkingi o łącznej pojemności 10 tys. samochodów (zlokalizowane w pobliżu granic centrum),
- linie autobusowe łączące parkingi z centrum.

Koszt biletu miesięcznego za parkowanie i dojazd autobusem wynosi 13 dol. USA. Opłaty parkingowe zostały podwojone, wprowadzono także progresję stawek^{**)}.

System ograniczeń wprowadzono w maju 1975 r. Eksperyment był obserwowany przez Bank Światowy oraz Program Ochrony Środowiska ONZ (UNDP). Po ustabilizowaniu się ruchu stwierdzono następujące zmiany [20], [26]:

- liczba samochodów osobowych wjeżdżających do centrum w godzinach 7.30 do 10.15 zmalała o około 43 tys. samochodów do około 11 tys. samochodów, tj. o 74⁰/₀; łączne natężenie ruchu zmniejszyło się o 40⁰/₀,
- przed godziną 7.30 zaobserwowano pewien krótkotrwały wzrost natężeń ruchu, jednak bez przekroczenia przepustowości układu,
- natężenia ruchu w szczycie popołudniowym zmniejszyły się nieznacznie (o 6⁰/₀),
- liczba samochodów wiozących 4 i więcej osób wzrosła o 60⁰/₀,
- system park-and-ride nie jest w pełni wykorzystywany,
- liczba pasażerów autobusów wzrosła o 10÷15⁰/₀, a czas podróży autobusem do centrum skrócił się o 25÷30⁰/₀,
- zanotowano istotne zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza,
- prędkość ruchu samochodowego w śródmieściu w okresie szczytu wzrosła o 22⁰/₀.

Wstępna ocena systemu przez ekspertów Banku Światowego jest bardzo pozytywna. „System jest obiecującym elementem polityki komunikacyjnej w miastach, jest elastyczny, co umożliwi jego dostosowanie do różnorodnych warunków, przynosi dochody, wymaga niewielkich środków finansowych w fazie wdrażania. Wydaje się, że przerwać on może spiralę rosnącego zatłoczenia i malejącej sprawności transportu publicznego przez stworzenie warunków dla bardziej efektywnego funkcjonowania tego ostatniego“.

Jednakże, jak to podkreślają przedstawiciele rządu Singapuru: „sukces jest uzależniony od zasadniczej zmiany postawy społeczeństwa w stosunku do sprawy posiadania i wykorzystywania samochodu prywatnego“ [26].

*) Średnie napełnienie samochodu przed wprowadzeniem ograniczeń wynosiło 1,3 osoby.

***) Pierwsza godzina — 0,22 dol. USA, druga godzina — 0,44 dol. USA, każde następne pół godziny — 0,44 dol. USA.

LITERATURA DO ROZDZIAŁU 2

1. A Plan for the Relief of Traffic Congestion in the City. Singapore. Road Transport Action Committee (bez daty)
2. *Brandberg V., Gottenberg*; Evaluation of the results of municipal traffic planning. Paris, OECD 1976
3. *Deschesne J.*: Possibilités d'évolution à moyen terme de la politique de gestionnaires de parkings centraux. Paris, SEREQUIP (bez daty)
4. *Engelbrecht P.*: Der öffentliche Nahverkehr im Grossraum München. *Openbaar Vervoer*, no 6, 1973
5. Etude de cas sur Besançon. Paris, OECD 1976
6. Evaluation of Traffic Policies for the Improvement of the Urban Environment. Paris, OECD 1976
7. *Greenwood D., Ham R.*: The organisation and management of urban traffic. *PIARC Bulletin*, Nr 233-II-1979
8. *Hawthorn G., Manheim M. L.*: Guidelines for planning, financing and implementing a comprehensive policy of traffic restraints. OECD Conference „Better Towns with Less Traffic”, Paris 1975
9. *Holland E. P., Watson P. L.*: Traffic Restraint in Singapore. *Traffic Engineering and Control*, vol. 19, no 1, 1978
10. *Horn B. E., Diewald W. J.*: Priorities for public transport. OECD Conference „Better Towns with Less Traffic”. Paris 1975
11. *Krystek R.*: Syntetyczny wskaźnik jakości ruchu ulicznego jako kryterium sterowania. *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej*, z. XXXIV, Gdańsk 1980
12. *Managing Transport*. Paris, OECD 1979
13. *Planowanie systemów transportu miejskiego*. Warszawa, IKŚ 1976
14. *ter Towns with Less Traffic” 1975*
15. München — Fussgängerbereiche in der Altstadt. 1972
16. *Nowakowski M.*: Komunikacja a kształtowanie centrum miasta. Warszawa, Arkady 1976
17. *Nowicki B., Suchorzewski W.*: Tendencje organizacji ruchu w śródmieściach wielkich miast. W: *Prace i Materiały TERN*, z. 32, Warszawa 1968
18. *Olszewski P.*: Planowanie komunikacji w Szwecji. W: *Drogownictwo*, nr 11/1977
19. *Planowanie systemów transportu miejskiego*. Warszawa IKŚ 1976
20. *Płoszajski W., Gołaszewska G., Lezarowicz M.*: Problemy organizacji i sterowania ruchem miejskim. Warszawa, IKŚ 1978
21. *Results of a Survey on Traffic Limitations Policies in 300 OECD Cities*. Paris, OECD. Conference „Better Towns with Less Traffic”, 1975
22. *Regami A.*: Case study — Besançon. Paris, OECD Conference „Better Towns with Less Traffic” 1975
23. Report of Urban Roads Committee. XVI-th Congress of IARC, Vrenna 1979
24. *SNV Studiengesellschaft Nahverkehr* „Vergleichende Untersuchungen über bestehende und künftige Nahverkehrstechniken”. Hamburg 1975
25. *Suchorzewski W.*: Wybrane zagadnienia inżynierii ruchu. Warszawa, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, wyd. 5 1977
26. *Traffic in Towns London*, HMSO 1963
27. *Watson P. L., Holland E. P.*: Congestion pricing—the example of Singapore. Finance and Development. The World Bank, 1976

Parkowanie w śródmieściu

mgr inż. Piotr Olszewski

3

3.1 WSTĘP

Problemy z parkowaniem samochodów w śródmieściach miast zwiększają się z roku na rok. Polska przekroczyła już poziom motoryzacji, przy którym ulice i place mogły pomieścić swobodnie, zarówno pojazdy znajdujące się w ruchu jak i parkujące. Obecnie pojawił się wyraźny deficyt miejsc postojowych. Samochody parkujące na każdym dostępnym skrawku przestrzeni, na placach, chodnikach i trawnikach, przyczyniają się do degradacji środowiska. Jest to szczególnie widoczne w miastach zabytkowych i tych, które zachowały historyczny układ urbanistyczny śródmieścia. Zatłoczenie parkingowe powoduje ponadto znaczne utrudnienia dla ruchu pieszego i kołowego, a w szczególności dla samochodów dostawczych, obsługujących śródmieście.

Opisana sytuacja stwarza konieczność prowadzenia na obszarze śródmieścia racjonalnej polityki parkingowej, wynikającej z ogólnych zasad polityki komunikacyjnej w mieście. Wiele przykładów wskazuje na to, że właściwa polityka parkingowa, polegająca na skoordynowanych działaniach organizacyjnych i inwestycyjnych, umożliwia złagodzenie trudności komunikacyjnych w śródmieściu a przede wszystkim bardziej efektywne i sprawiedliwe wykorzystanie deficytowych miejsc parkingowych.

Przesłanki racjonalnej polityki parkingowej powinny wynikać z analizy zjawiska parkowania w śródmieściu oraz związków parkowania z ruchem. W ostatnich latach przeprowadzono w kilku miastach Polski (Warszawa, Kraków, Zakopane, Poznań) badania parkingowe metodą obserwacji terenowych i zapisywania numerów rejestracyjnych pojazdów. Innym źródłem danych były ankietowe badania ruchu samochodowego (Łódź, Kraków), które po odpowiednim przetworzeniu dostarczyły cennych informacji o parkowaniu. Wyniki tych badań umożliwiły określenie charakterystyki zjawiska parkowania w warunkach polskich, chociaż ze względu na niewielką liczbę zbadanych miast oraz stosunkowo niski jeszcze poziom motoryzacji, wnioski dotyczące zachowań parkingowych należałoby traktować jako przybliżone

i nie w pełni reprezentatywne. Jednakże porównanie z danymi zagranicznymi, szczególnie z krajów o wysokiej motoryzacji, wskazuje na to, że wyniki badań krajowych stanowią potwierdzenie ogólnych prawidłowości.

Uzyskana na podstawie badań charakterystyka parkowania oraz analizy doświadczeń i tendencji w krajach o rozwiniętej motoryzacji umożliwiły określenie celów i ogólnych zasad polityki parkingowej w śródmieściu. Z zasad tych wynikają wnioski dotyczące rozbudowy systemu parkingów w śródmieściu oraz organizacji parkowania.

3.2 CHARAKTERYSTYKA PARKOWANIA W ŚRÓDMIEŚCIU

3.2.1 CELE I CZASY PARKOWANIA

Pojedyncze parkowanie można opisać za pomocą następujących informacji:

- rodzaj parkingu,
- rodzaj parkującego pojazdu,
- godzina zaparkowania,
- czas trwania parkowania,
- miejsce parkowania (obszar),
- cel parkowania (cel podróży kierowcy).

Dla opisu warunków parkowania mogą być przydatne informacje dodatkowe:

- czas poszukiwania wolnego miejsca i czynności parkowania,
- odległość (czas) dojścia pieszo do celu,
- koszt parkowania,
- prawidłowość sposobu zaparkowania (zgodność z przepisami).

Spośród wymienionych cech, z punktu widzenia charakterystyki parkowania w śródmieściu, największe znaczenie mają cele i czasy parkowania.

Cel parkowania rozumiany jako cel podróży kierowcy samochodu w poważnym stopniu decyduje o innych cechach parkowania takich jak czas trwania, miejsce i godzina rozpoczęcia. Dlatego analiza celów parkowania ma kluczowe znaczenie w planowaniu parkingów.

Można wyróżnić następujące szczegółowe cele parkowania: dom, praca, nauka, sprawy służbowe, sprawy prywatne (zakupy, rozrywki, wizyty i inne). Tak szczegółowe rozbicie nie jest jednak konieczne, gdyż parkowanie we wszystkich celach innych niż dom i praca ma bardzo podobną charakterystykę. Dlatego też w dalszych etapach analizy grupa „inne cele” jest traktowana łącznie.

Na podstawie badania ankietowego ruchu samochodów w Łodzi (1974 r.) i Krakowie (1976 r.) można było uzyskać procentową strukturę parkowania w śródmieściu według celów szczegółowych (tabl. 3-1).

Jak widać z tablicy 3-1, cele szczegółowe przyjęte w badaniu łódzkim i krakowskim nie w pełni się pokrywają, co utrudnia porównanie. Brak kategorii „sprawy prywatne” w Łodzi spowodował, że parkowanie w tym celu zostało częściowo włączone do kategorii „sprawy socjalno-bytowe”, a czę-

Tablica 3-1

Struktura parkowania według celów oraz średnie czasy parkowania w śródmieściach Łodzi i Krakowa *)

Łódź			Kraków		
Cel parkowania	Udział parkujących [%]	Średni czas parkowania [h]	Cel parkowania	Udział parkujących [%]	Średni czas parkowania [h]
Dom **)	9,4	1,59	dom **)	7,3	1,55
Praca	45,3	3,96	praca	27,4	4,56
			sprawy służbowe	16,0	1,25
Nauka	2,8	2,94	nauka	1,4	1,84
Sprawy socjalno-bytowe	23,0	0,69	zakupy	12,4	0,58
			sprawy prywatne	28,8	1,00
Rozrywka	1,5	2,20	rozrywka	2,1	1,83
Wizyty	5,9	1,48	wizyty	2,8	1,80
Pozostałe	12,1	0,81	pozostałe	1,6	1,17
Łącznie	100,0	2,41	Łącznie	100,0	2,04

*) Na podstawie źródła [13].

**) Bez parkowania nocnego.

ściowo do kategorii „pozostałe“. Podobnie, z powodu braku celu „sprawy służbowe“ większość takich postojów została zakwalifikowana jako „praca“.

W tablicy 3-1 obok struktury procentowej zestawiono także średnie czasy parkowania, odpowiadające poszczególnym celom. Jak można się spodziewać, czas parkowania jest ściśle związany z celem: najdłuższe są postoje związane z pracą, najkrótsze związane z celem „zakupy“ lub „sprawy socjalno-bytowe“.

Średnie czasy uzyskane z badań w Łodzi i Krakowie niewiele różnią się od typowych danych z miast amerykańskich [8]. Dla poszczególnych celów czasy te wynoszą:

- praca — 4,1 h
- zakupy — 0,98 h
- interesy — 0,91 h
- pozostałe — 1,2 h

W danych z Łodzi i Krakowa zwraca uwagę stosunkowo niski średni czas parkowania związanego z pracą *). Poszukując przyczyn tego zjawiska prze-

*) W przypadku miast amerykańskich czas parkowania około 4 h jest zrozumiały ze względu na przerwę obiadową.

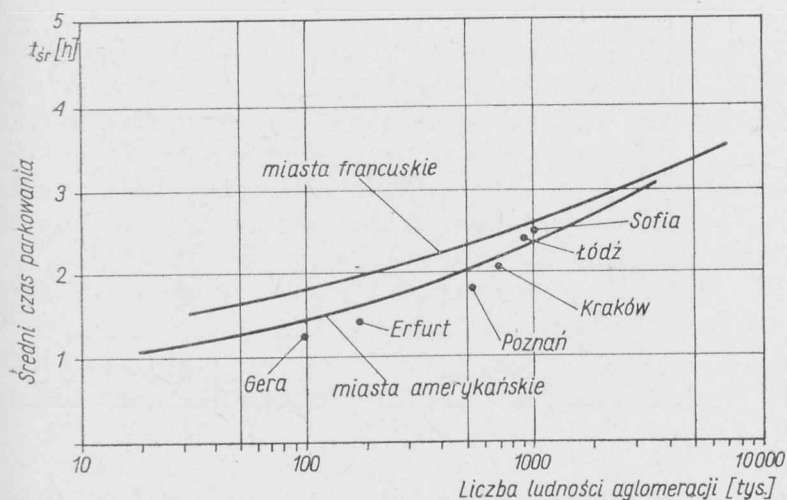
śledzono na podstawie ankiet „historię” kolejnych podróży osób dojeżdżających samochodem do śródmieścia. Okazało się, że bardzo często w środku dnia następowała podróż w innych celach, która rozbiła jeden długi postój związany z pracą na dwa krótsze. Średnio na jednego dojeżdżającego samochodem do pracy przypadało w Krakowie 1,36 postoju w celu „praca”.

Jeżeli policzyć sumę czasów parkowania związanego z pracą, przypadającą na 1 dojeżdżającego do pracy w śródmieściu, to otrzymuje się 7,3 h dla Łodzi i 6,2 h dla Krakowa, czyli czasy zbliżone do normalnego wymiaru czasu pracy.

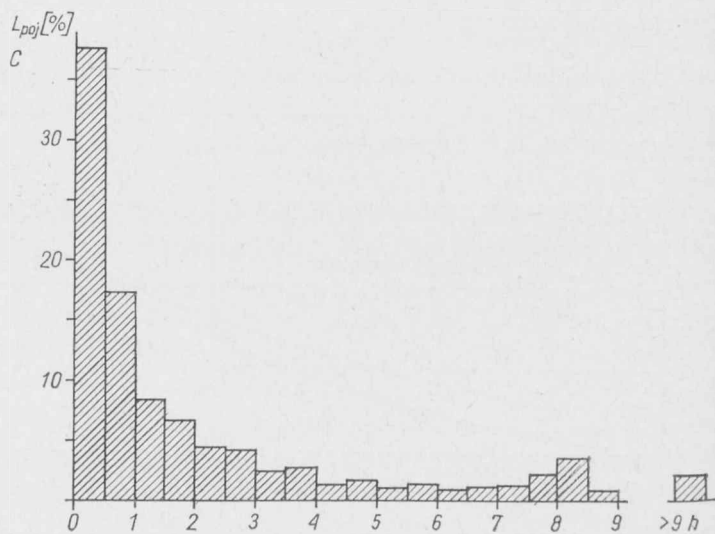
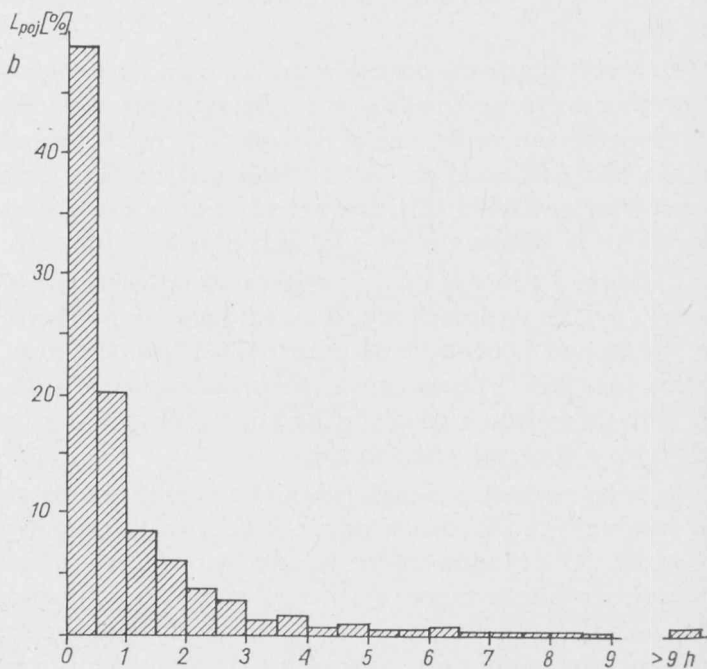
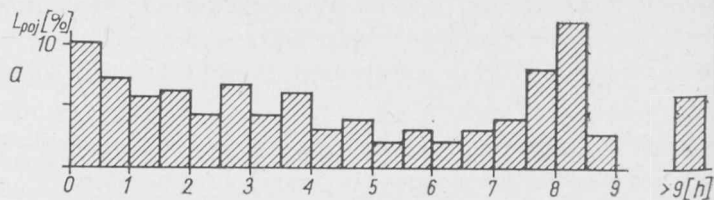
Jeżeli abstrahuje się od celów parkowania, to można stwierdzić zależność średnich czasów parkowania w śródmieściu od wielkości i charakteru miasta. Związek ten przedstawia rysunek 3-1, opracowany na podstawie danych z miast francuskich [22], amerykańskich [18], polskich [6], [13] oraz innych krajów RWPG [21]. Jak widać, średnie czasy parkowania w polskich miastach nie odbiegają od ogólnych prawidłowości.

Zależność średniego czasu parkowania od wielkości miasta można wytłumaczyć tym, że w dużych miastach śródmieście ma funkcje wyspecjalizowane; codzienne potrzeby można zaspokoić również poza centrum. W miarę wzrostu wielkości miasta rośnie średni czas dojazdu do śródmieścia. Jeżeli już ktoś się decyduje na długą podróż, to pragnie wykorzystać tę okazję do załatwienia większej liczby spraw.

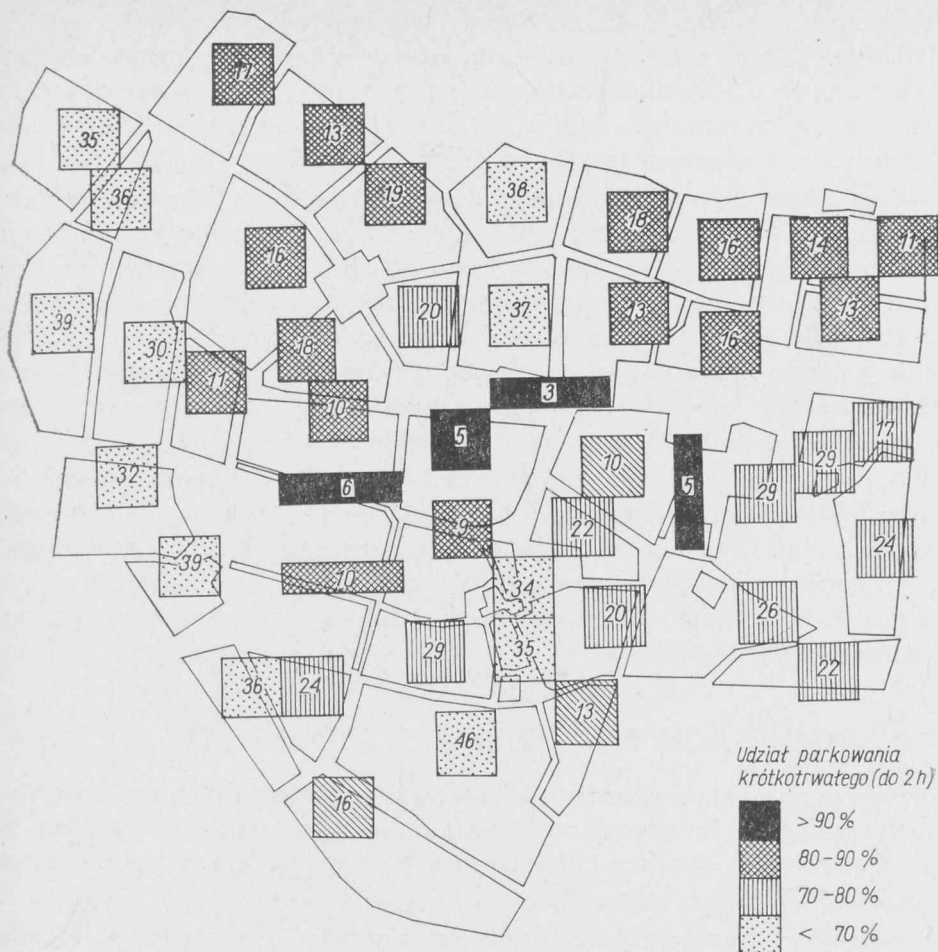
Na czasy parkowania może również wpływać charakter miasta. Jeżeli miasto jest ważnym ośrodkiem administracyjnym i usługowym w skali regionu, to udział samochodów spoza miasta parkujących w śródmieściu może być znaczny. Podobnie rzecz się ma w miastach o charakterze turystycznym. I tak np. w Zakopanem, gdzie samochody zamiejscowe stanowiły ponad 70% parkujących, średni czas parkowania wynosił 1,95 h, czyli więcej, niż wynikało z zależności na rysunku 3-1.



Rys. 3-1.
Zależność średnich
czasów parkowania
od wielkości miasta 93



Rys. 3-2.
 Rozkład czasów parkowania
 w śródmieściu Krakowa
a — praca, *b* — inne cele,
c — wszystkie cele



Rys. 3-3. Udział parkowania krótkookresowego w sektorach śródmieścia Poznania

Ważnym elementem analizy zjawiska parkowania jest badanie struktury parkowania według czasów. Takie rozkłady procentowe w przedziałach $1/2$ -godzinnych, dotyczące śródmieścia Krakowa, przedstawiono na rysunku 3-2. Osobno zestawiono dane dla celów „praca” i „inne” oraz dla wszystkich celów łącznie. Jeżeli wyłączyć parkowanie związane z pracą, to zwraca uwagę ogromna przewaga postojów krótkich, co jest charakterystyczne dla śródmieścia. Jak wynika bowiem z tablicy 3-1, znaczna część postojów jest tu związana z zakupami i załatwianiem spraw.

Praktyczną miarą rozkładu czasów parkowania jest udział postojów krótkotrwałych, trwających mniej niż 2 godziny. Udział ten wynosi dla ogółu celów: 69% w Krakowie, 65% w Łodzi i 78% w Poznaniu *). Dla porównania

*) Na podstawie badania wykonanego metodą zapisywania numerów rejestracyjnych.

udział parkowania krótkotrwałego w miastach Wielkiej Brytanii kształtował się na poziomie 59% w Cambridge i 71% w Edynburgu ^{*)}.

W grupie „inne” udziały parkowania krótszego od 2 h są jeszcze większe: 87% dla Łodzi i 86% dla Krakowa. Z tego powodu, gdy nie ma danych na temat celów parkowania, często utożsamia się parkowanie krótkotrwałe z parkowaniem w celach innych niż praca.

Udział parkowania krótkotrwałego nie przedstawia się jednakowo na całym obszarze śródmieścia. Na podstawie danych z badania poznańskiego przeprowadzono analizę zmienności tego wskaźnika w poszczególnych sektorach obszaru badania (w sektorze znajdowało się średnio 85 miejsc parkingowych). Wyniki analizy przedstawia rysunek 3-3. Wskaźnik udziału parkowania krótkotrwałego wynosi od 54 do 97%. Wartości największe dotyczą ścisłego centrum handlowego, a wartości małe — rejonów koncentracji biur, gdzie przeważa parkowanie przez pracowników.

Proporcje między parkowaniem krótkookresowym i długookresowym są bardzo ważnym parametrem przy projektowaniu organizacji parkowania w śródmieściu. Kryterium to należy uwzględnić przy ustalaniu granic stref ograniczonego czasu parkowania, aby — o ile nie jest to konieczne — nie pozbawiać parkujących długo możliwości postoju tam, gdzie stanowią oni znaczną część użytkowników.

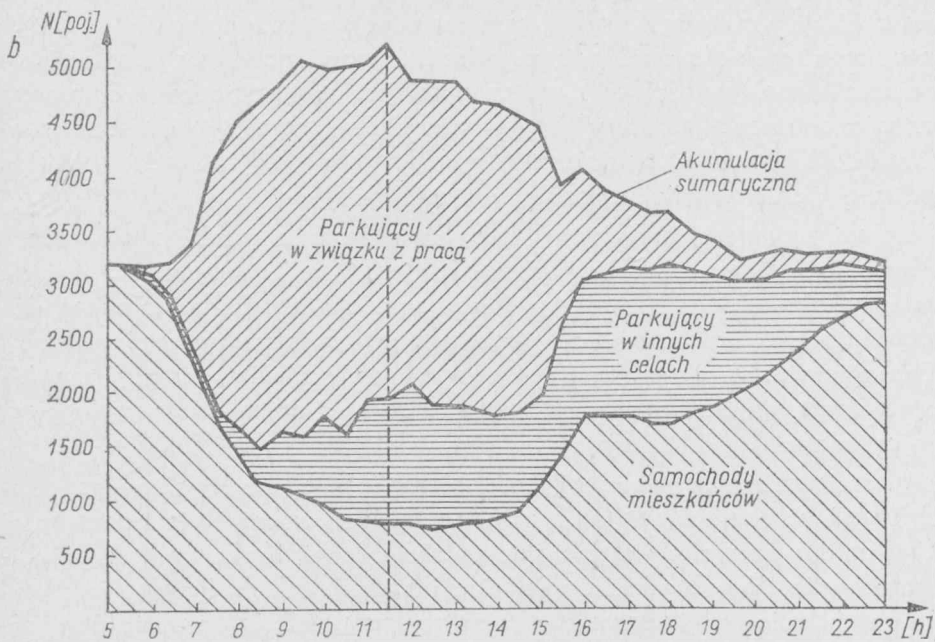
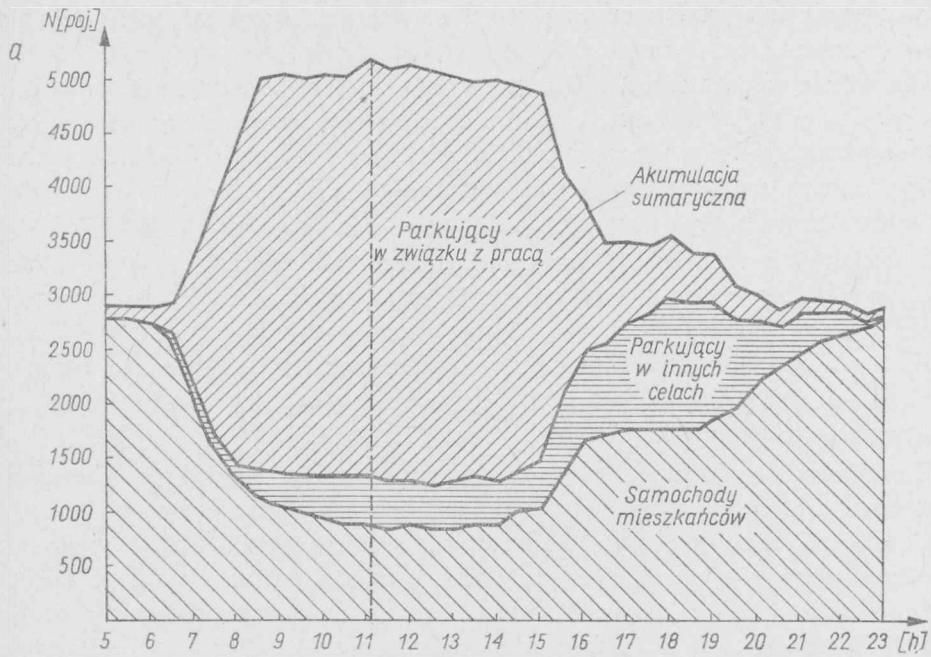
3.2.2 AKUMULACJA PARKOWANIA W ŚRÓDMIEŚCIU

Największe nasilenie parkowania obserwuje się zwykle na obszarze śródmieścia w ciągu dnia. Przyczyną koncentracji parkujących pojazdów jest skupienie na niewielkim obszarze miejsc pracy i usług, będących równocześnie celami podróży samochodowych.

Dobłą miarą nasilenia parkowania jest akumulacja, przez którą rozumie się liczbę pojazdów zaparkowanych równocześnie na analizowanym parkingu lub obszarze.

Krzywa akumulacji wskazuje liczby samochodów parkujących w obszarze śródmieścia w poszczególnych godzinach dnia. Interesujący jest obraz przebiegu akumulacji w rozbiciu na grupy użytkowników śródmieścia; pracowników oraz przyjeżdżających w innych celach.

Krzywe takie, dla śródmieścia Łodzi i Krakowa, przedstawia rysunek 3-4, z którego wynika, że większość miejsc parkingowych w godzinach 8—15 zajmują parkujący dojeżdżający do pracy. Liczba ich wzrasta szybko między godziną 7 a 9 i utrzymuje się na wysokim poziomie do godzin popołudniowych. W okresie szczytu akumulacji, który w obu miastach występuje nieco po 11 godzinie, samochody parkujących w związku z pracą stanowią 72% w Łodzi a 63% w Krakowie. Liczby te są znacznie większe niż odpowiednie udziały tej grupy wśród użytkowników śródmieścia (por. tabl. 3-1). Jest oczywiste, że w warunkach deficytu miejsc postojowych dojeżdżający do pracy, którzy przy-



Rys. 3-4. Akumulacja parkowania w śródmieściu według celów
 a — dla Łodzi, b — dla Krakowa

bywają do śródmieścia wcześniej rano, mają większe od innych użytkowników szanse znalezienia wolnego miejsca.

Parkujący w celach innych niż praca i dom zajmują w ciągu dnia niewielką część miejsc. Powodem jest to, że następuje szybka ich rotacja na parkingach ze względu na krótkie czasy parkowania.

Mieszkańcy śródmieścia, którzy posiadają samochody, dzielą się na dwie grupy. Część z nich wyjeżdża rano do pracy, zwalniając pewną liczbę miejsc parkingowych na okres szczytu akumulacji lub też użytkuje swoje samochody po południu. Druga część w ogóle nie używa samochodów na co dzień i permanentnie blokuje miejsca postojowe *).

Pokazane na rysunku 3-4 krzywe akumulacji mają przebieg typowy, niewiele się różnią od znanych przykładów miast zagranicznych. W tych krajach, gdzie w godzinach pracy występuje przerwa obiadowa, na krzywej akumulacji pojawia się charakterystyczne siodło (godz. 13÷14). Szczyt akumulacji przypada wtedy zwykle na godziny popołudniowe, np. we Francji około godziny 16 (minimalnie wyższy niż około godziny 10).

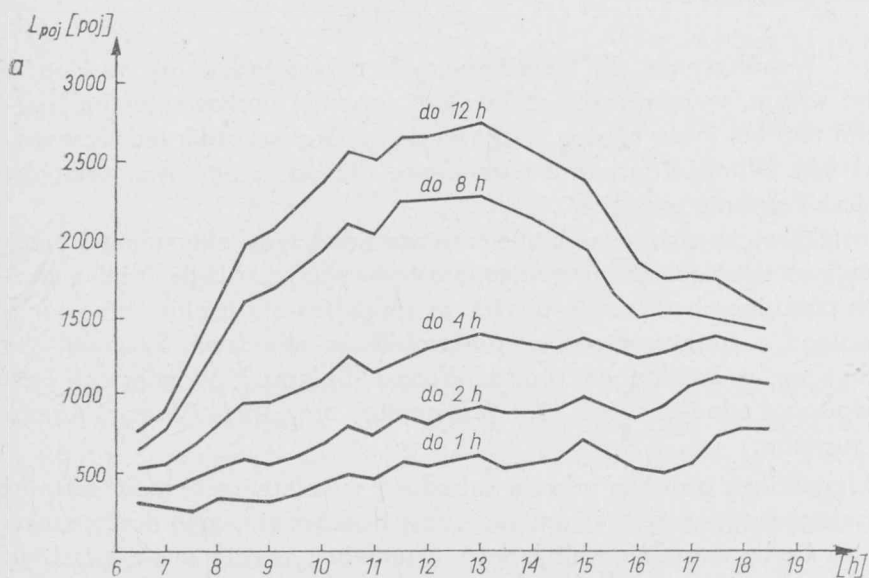
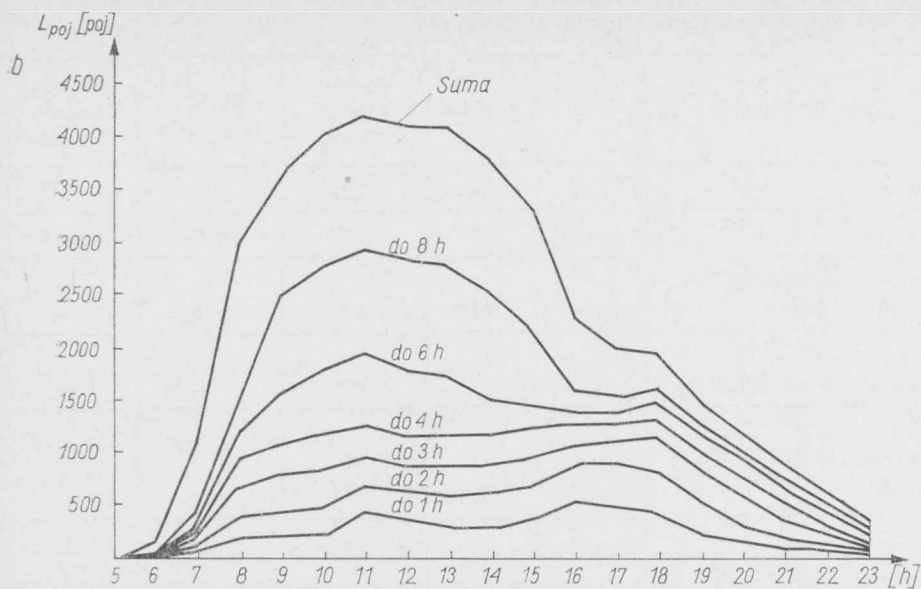
Z punktu widzenia projektowania organizacji parkowania jest ważna analiza przebiegu akumulacji w rozbiciu na grupy czasów parkowania. Wykresy takie dla śródmieść Krakowa i Poznania przedstawia rysunek 3-5. Krzywa dla Krakowa obejmuje tylko parkowanie użytkowników śródmieścia (bez mieszkańców). Porównując krzywe akumulacji z rozkładami czasów parkowania (rys. 3-2) można stwierdzić, że parkujący długo zajmują nieproporcjonalnie dużo miejsc w stosunku do swego udziału w parkowaniu całodobowym. Obserwacja ta może stanowić podstawę polityki parkingowej mającej na celu zwiększenie efektywności wykorzystania miejsc. W przypadku śródmieścia Poznania obliczono [6], że gdyby ograniczyć czas postoju w obszarze centralnym do 2 h, to choć ograniczenie to dotknęłoby tylko 14% użytkowników, zapotrzebowanie na miejsca postojowe zmalałoby o 66%.

Parametrem charakteryzującym w pewnym stopniu przebieg akumulacji parkowania jest wskaźnik jednoczesności parkowania w szczycie. Jest on określony jako stosunek szczytowej liczby samochodów parkujących na danym obszarze do całkowitej liczby postojów na tym obszarze w ciągu doby.

Omawiany wskaźnik jest ważnym parametrem projektowym, gdyż umożliwia on oszacowanie szczytowego zapotrzebowania na miejsca parkingowe, gdy jest znana liczba parkujących w ciągu dnia.

Wartości wskaźnika różnią się zasadniczo, jeśli chodzi o grupy parkujących w różnych celach. W tablicy 3-2 zestawiono wskaźnik jednoczesności parkowania w szczycie w rozbiciu na cele dla Łodzi, Krakowa oraz przykładowo dla miast francuskich, angielskich i amerykańskich. Przy porównywaniu danych krajowych i zagranicznych należy pamiętać, że na wartość wskaź-

*) Procent samochodów nie użytkowanych codziennie jest obecnie w miastach polskich bardzo wysoki: w śródmieściu Krakowa wynosił 40,9%, a w Łodzi 55,6%. Według badań w małych miastach udział ten jest jeszcze większy i wynosi od 36% do 76% [10]. Należy pamiętać, że część z tych samochodów garażuje, a więc nie blokuje parkingów (w Krakowie 19%).



Rys. 3-5. Akumulacja parkowania w śródmieściu według czasów
 a — dla Poznania, b — dla Krakowa

nika jednoczesności parkowania mają wpływ takie czynniki, jak: rozłożenie godzin rozpoczynania pracy, przerwa obiadowa, godziny otwarcia sklepów i urzędów. Ponadto w miastach zachodnich istnieją już dość rygorystyczne ograniczenia parkowania, które powodują „spłaszczenie” krzywej akumulacji.

Podane w tabelicy 3-2 wartości wskaźnika dotyczą obszaru śródmieścia ja-

Tablica 3-2

Wskaźniki jednoczesności parkowania w szczycie *)

Cele parkowania	Łódź	Kraków	Miasta francuskie	Miasta angielskie	Miasta amerykańskie
Praca	0,81	0,77	0,58	0,60	0,77
Inne cele	0,05	0,10	0,14	0,15	0,21
Średnio użytkownicy (praca + inne)	0,29	0,25	0,20	0,25	—
Dom (samochody użytkowane)	0,13	0,14	0,20	—	—
Dom (samochody nie użytkowane)	0,56	0,41	0,34	—	—
Razem dom **)	0,69	0,55	0,54	—	—

*) Na podstawie źródeł [14], [19], [22].

**) Łącznie z garażowaniem.

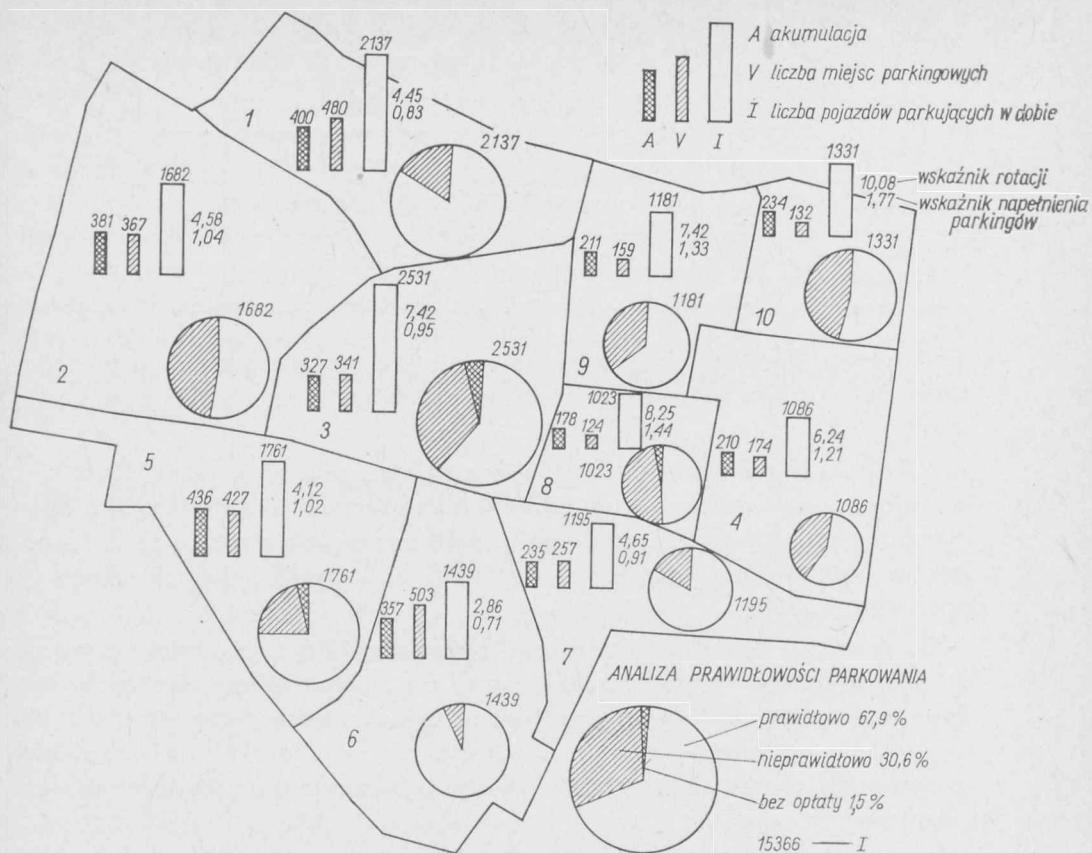
ko całości. Współczynniki dla poszczególnych mikrorejonów czy parkingów mogą być wyższe, w zależności od lokalnej specyfiki parkowania (np. parking przed teatrem może mieć w skrajnym przypadku wskaźnik jednoczesności bliski 1,0). Wartości wskaźnika obliczone dla poszczególnych sektorów śródmieścia Poznania wynosiły 0,12÷0,39.

W miastach o charakterze wybitnie turystycznym krzywa akumulacji parkowania nie musi mieć opisanego poprzednio typowego przebiegu. Jeżeli znaczną grupę parkujących stanowią turyści, to zmniejsza się udział parkowania długotrwałego, a szczyt rozciąga się praktycznie na cały dzień. Sytuację taką stwierdzono np. w Zakopanem oraz w Warnie (Bułgaria). W miastach tych zaobserwowano odpowiednio: 70% (Zakopane) oraz 28% (Warna) samochodów turystów.

W śródmieściach o dużym udziale zabudowy mieszkaniowej może również wystąpić złagodzenie szczytu akumulacji. Przy pewnym stosunku liczby mieszkańców do liczby zatrudnionych krzywa akumulacji będzie miała przebieg płaski i zacznie przeważać nocny szczyt parkowania. Sytuacja taka może mieć też miejsce w częściach śródmieścia otaczających centrum.

3.2.3 WYKORZYSTANIE PARKINGÓW

Omówione dotychczas dane i parametry dotyczyły tylko jednej strony zagadnienia — mianowicie samych parkujących pojazdów. Obraz warunków parkowania w śródmieściu powstaje dopiero po zestawieniu danych o parkowaniu z danymi o parkingach. Te ostatnie dane otrzymuje się przeprowadzając inwentaryzację miejsc parkingowych i garaży w badanym obszarze.



Rys. 3-6. Charakterystyka parkowania w rejonach śródmieścia Poznania [6]
 a — akumulacja, m — liczba miejsc parkingowych, p — liczba pojazdów parkujących w dobie

Dobre miary wykorzystania parkingów i warunków parkowania to:

- wskaźnik napełnienia parkingów w szczycie, czyli stosunek szczytowej liczby parkujących pojazdów do pojemności parkingowej (maksymalna akumulacja),
- wskaźnik rotacji, czyli stosunek liczby postojów w danym okresie (np. 10 godzin, doba) do pojemności parkingu,
- udział parkujących niezgodnie z przepisami.

Wartości wskaźnika napełnienia ponad 0,9 świadczą o trudnościach z zaparkowaniem i deficycie miejsc. Przy wartościach ponad 1,0 (przepełnienie) występuje na dużą skalę parkowanie niezgodne z przepisami. Zjawisko to przedstawia dobrze rysunek 3-6, na którym są pokazane wszystkie ważniejsze dane, składające się na obraz warunków parkowania w śródmieściu Poznania [6]. Dane uzyskane z badania zestawiono dla jednostek odpowiadających rejonom komunikacyjnym. Dla każdego rejonu podano maksymalną akumulację parkowania A, liczbę miejsc parkingowych V i liczbę parkowań zaobserwowanych w ciągu całego dnia I oraz obliczono wskaźniki napełnie-

Tablica 3-3

Wskaźniki rotacji w miastach polskich

Obszar	Kraków (12 h)	Poznań (12 h)	Zakopane (10 h)
Śródmieście	3,5	3,6	2,5
Centrum	8,5	6,9	3,4
Centrum — stanowiska z parkometrami	—	7,9	—

nia i rotacji. Ponadto przedstawiono graficznie udział parkowania niezgodnego z przepisami oraz parkowania bez opłaty na stanowiskach z parkometrami.

Wskaźniki napełnienia parkingów w szczycie wahają się od 0,71 do 1,77, co świadczy o poważnych trudnościach parkingowych. Potwierdzają to dane dotyczące prawidłowości parkowania: średnio na całym obszarze 32% pojazdów parkowało niezgodnie z przepisami, a w trzech rejonach udział ich dochodził do 50%.

Na rysunku 3-6 podano także wskaźniki rotacji, które są miarą efektywności wykorzystania miejsc. Rotacja oznacza po prostu, ile razy, średnio w rozpatrywanym okresie, było wykorzystywane jedno miejsce postojowe. W praktyce rotacja na danym parkingu zależy głównie od charakteru użytkowników (pracownicy i parkujący w innych celach), a obserwowane wartości są dość zróżnicowane.

W tabelicy 3-3 zestawiono wskaźniki rotacji uzyskane z polskich badań metodą zapisywania numerów rejestracyjnych. Oto dla porównania wskaźniki dla śródmieścia Londynu według [9], mierzone w okresie 16-godzinnym, wynoszą:

- parkingi uliczne bezpłatne — 2,24
- parkingi uliczne płatne — 5,62
- parkingi wydzielone — 0,94

Jak widać, dzięki wprowadzeniu opłat za parkowanie uzyskuje się wysoką rotację, a więc zwiększenie wykorzystania miejsc. Również w Poznaniu rotacja na miejscach z parkometrami jest wysoka (por. rys. 3-6 rejon 3 i 8 oraz tabl. 3-3)*).

Posługując się wskaźnikiem rotacji należy pamiętać, że jest to miara względna, zależna od napełnienia parkingów w szczycie i jednoczesności parkowania**. Porównania dokonywane dla różnych obszarów mogą być

*) Wartości wskaźników rotacji dla centrum Poznania i Krakowa są zawyżone ze względu na duży udział parkowania niezgodnego z przepisami. Parkowanie to jest wliczone do rotacji, choć w rzeczywistości pojazdy stoją poza miejscami parkingowymi.

**) Na podstawie podanych definicji wskaźników rotacji, jednoczesności parkowania i napełnienia parkingów można łatwo udowodnić, że wskaźnik rotacji jest ilorazem wskaźników napełnienia i jednoczesności.

bardzo mylące. Ilustruje to następujący przykład: dziesięć samochodów parkujących w ciągu dnia na dziesięciu miejscach postojowych daje rotację równą 1,0, niezależnie od tego, czy wszystkie stały przez cały dzień, czy też przyjeżdżały kolejno parkując po godzinie. W tym ostatnim przypadku wystarczyłoby jedno miejsce parkingowe.

Wskaźnik rotacji jest natomiast dobrą miarą oceny skuteczności polityki parkingowej na pewnym obszarze. Jeżeli przeprowadzi się badania parkingowe przed i po wprowadzeniu ograniczeń czasu postoju bądź opłat, to przez porównanie wartości rotacji można się przekonać, czy i w jakim stopniu wzrosła efektywność wykorzystania miejsc. W szczególnym przypadku, gdy wprowadzone opłaty są zbyt wysokie, może się okazać, że nastąpiło zmniejszenie rotacji, spowodowane generalnym zmniejszeniem się popytu na parkowanie.

3.2.4 UCIAŹLIWOŚĆ PARKOWANIA

Pojęciem „uciążliwość parkowania” określono wszystkie negatywne skutki, jakie powodują parkujące pojazdy w środowisku miejskim. Do uciążliwości samochodów parkujących w śródmieściu zaliczyć można: utrudnienia w ruchu dostawczym, pogorszenie bezpieczeństwa ruchu, ujemny wpływ na estetykę krajobrazu miejskiego i utrudnienia dla pieszych. Przede wszystkim jednak uciążliwość polega na tym, że parkujące pojazdy zajmują dużo miejsca.

W miastach o wysokim stopniu motoryzacji udział powierzchni centrum przeznaczonej na parkingi jest ogromny, a potrzeby są mimo to dalekie od zaspokojenia. Na przykład w Düsseldorfie na parkingi przeznaczono 29% powierzchni centrum, w Lipsku 35%, a w ścisłym centrum Londynu aż 51% [16]. Podobnie wysokie wskaźniki mają centra miast amerykańskich, przy czym większość parkingów mieści się na dachach domów lub w obiektach wielopoziomowych.

W śródmieściach miast polskich, wobec nacisku potrzeb przy braku terenów na rozbudowę parkingów, dopuszczono parkowanie na chodnikach. Rozwiązanie to stało się obecnie powszechne, gdyż pozwala zwiększyć liczbę miejsc parkingowych pozornie minimalnym kosztem. W rzeczywistości samochody zaparkowane na chodnikach stwarzają poważne utrudnienia dla ruchu pieszego, szczególnie przy przystankach komunikacji zbiorowej i przy przejściach dla pieszych. Największa wada tego rozwiązania wynika jednak ze złamania zasady podziału ulicy na dwa obszary: jezdni przeznaczonej dla pojazdów i chodnika — dla pieszych. Wjeżdżanie na chodnik stało się szybko niedobrym nawykiem kierowców, przy czym ma ono miejsce bez względu na oznakowanie i często bez istotnej potrzeby.

Osobny problem stanowią pojazdy zaparkowane niezgodnie z przepisami, czy to na jezdni, czy na chodniku. Parkowanie takie utrudnia dostawy towarów, wywóz śmieci oraz uprzątnięcie śniegu. Pojazdy dostawcze muszą często parkować na środku jezdni, co powoduje z kolei zakłócenia w ruchu. Nieprzepisowe parkowanie ma też ujemny wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Po-

jazdy zaparkowane tuż przy skrzyżowaniu ograniczają widoczność, a przepustowość wlotów ulega zmniejszeniu o 30 do 50%.

Na uciążliwość wywołaną przez parkujące samochody szczególnie są narażeni mieszkańcy śródmieścia, Często bowiem podwórka i tereny osiedlowe położone w centrum są wykorzystywane, mimo formalnych zakazów, jako publiczne parkingi ogólnomiejskie. Przyczynia się to do pogorszenia i tak już złych warunków środowiskowych poprzez zwiększenie hałasu i zanieczyszczenie powietrza spalinami.

Wspomniano już poprzednio o wpływie parkowania pojazdów na estetykę krajobrazu miejskiego. Samochody parkujące masowo i często w sposób chaotyczny z pewnością nie stanowią elementu upiększającego śródmieście. Szczególnie negatywny efekt widokowy wywołują samochody w zabytkowych zespołach architektonicznych i urbanistycznych.

3.3 POLITYKA PARKINGOWA W ŚRÓDMIEŚCIU

3.3.1 CELE POLITYKI PARKINGOWEJ

Politykę parkingową można określić jako zespół środków technicznych, ekonomicznych i administracyjnych, regulujących parkowanie pojazdów na danym obszarze i służących osiągnięciu założonych celów.

Środki techniczne to parkingi wraz z ich wyposażeniem. Na przebieg procesu parkowania będą miały wpływ takie czynniki jak: liczba miejsc parkingowych, ich rozmieszczenie na obszarze, struktura rodzajowa parkingów, powiązanie z siecią uliczną, sposób oznakowania i informacji, sposób pobierania opłat.

Środki ekonomiczne to opłaty za parkowanie oraz kary za wykroczenia parkingowe. Oprócz wysokości opłat znaczenie ma również ich progresja w zależności od czasu parkowania. Kary mogą być uzależnione od wagi wykroczenia, np. parkowanie w miejscu niedozwolonym jest bardziej naganne niż przekroczenie limitu czasu parkowania.

Do środków administracyjnych można zaliczyć: ogólne przepisy dotyczące parkowania, lokalne zakazy postoju, ograniczenia czasu postoju, uprzywilejowanie niektórych pojazdów, a także system kontroli parkowania i egzekwowania kar.

Generalnym celem polityki parkingowej w śródmieściu jest zapewnienie dostępności komunikacyjnej tego obszaru dla jego najważniejszych użytkowników, przy spełnieniu wymogów ochrony środowiska. Ponadto polityka parkingowa pełni rolę regulatora funkcjonowania systemu transportu w mieście i może służyć do osiągnięcia pożądanego stanu równowagi pomiędzy poddrożami komunikacją indywidualną i zbiorową *).

W zależności od poziomu motoryzacji, stopnia trudności parkingowych oraz czynników takich, jak: wielkość miasta, stan bazy parkingowej czy po-

*) Zagadnienia wpływu warunków parkowania i polityki parkingowej na funkcjonowanie systemu transportu miasta omówiono w podrozdziałach 1.3 i 1.4.

ziomu zanieczyszczenia środowiska, cele szczegółowe polityki parkingowej są zróżnicowane.

I. Przy niskim poziomie motoryzacji jako cel przyjmuje się zwykle zaspokojenie potrzeb parkingowych występujących przy swobodnym użytkowaniu samochodu. Przy rozwiniętej motoryzacji cel ten może być osiągnięty jedynie w niektórych przypadkach, np. w nowych lub przebudowanych śródmieściach małych miast.

II. W sytuacji deficytu miejsc parkingowych celem polityki parkingowej powinno być racjonalne wykorzystanie miejsc parkingowych, np. przez wymuszenie większej rotacji na parkingach zlokalizowanych w sąsiedztwie obiektów, odwiedzanych przez licznych użytkowników.

III. Na obszarach, które z różnych względów powinny być chronione przed ruchem samochodowym, polityka parkingowa może mieć na celu ograniczenie liczby samochodów dojeżdżających i parkujących w śródmieściu.

Cele II i III często są stawiane łącznie i trudno jest wówczas oddzielić środki służące osiągnięciu każdego z nich. Natomiast cele I i III są sprzeczne i nie mogą dotyczyć tego samego obszaru, w tym samym okresie.

Realizacja polityki parkingowej następuje poprzez:

- programowanie właściwej liczby miejsc parkingowych,
- odpowiednie rozmieszczenie parkingów,
- organizację i kontrolę parkowania,
- pobieranie opłat za parkowanie.

3.3.2 ZASADY POLITYKI PARKINGOWEJ W ŚRÓDMIEŚCIU

Zasady polityki parkingowej wynikają z podanych uprzednio celów oraz z nadrzędnych zasad polityki komunikacyjnej w miastach^{*)}. Pomimo licznych uwarunkowań i zależności od warunków lokalnych, można sformułować trzy ogólne zasady, które powinny obowiązywać w każdym przypadku.

Zasada kolejności zaspokajania potrzeb

W śródmieściu na ogół występuje deficyt miejsc parkingowych, który początkowo powstaje wskutek nienadążania z rozbudową parkingów za rosnącymi potrzebami, a w dalszych etapach rozwoju motoryzacji często jest utrzymywany celowo. W tej sytuacji należy ustalić kolejność, w jakiej mają być zaspokajane potrzeby poszczególnych grup użytkowników śródmieścia.

W pierwszej kolejności powinny być zaspokojone potrzeby samochodów dostawczych i innych służb obsługujących centrum miasta. Jeśli chodzi o samochody prywatne, to hierarchia powinna być następująca:

1. Klienci placówek handlowo-usługowych, interesanci biur i urzędów, załatwiający sprawy służbowe oraz inni parkujący krótkookresowo.
2. Mieszkańcy obszaru śródmieścia nie posiadający garaży.
3. Dojeżdżający do pracy w śródmieściu.

^{*)} Zasady polityki komunikacyjnej dla obszarów śródmiejskich przedstawiono na początku rozdziału 2.

Pierwsza grupa to właściwi użytkownicy centrum miasta. Jak wynika z badań, parkują oni na ogół krótko, a rozkład ich przyjazdów do śródmieścia w ciągu doby jest mniej więcej równomierny i dlatego nie stwarzają oni poważniejszego obciążenia dla układu uliczno-parkingowego. Zapewnienie możliwości parkowania dla tej grupy jest natomiast warunkiem utrzymania dostępności komunikacyjnej centrum i prawidłowego jego funkcjonowania. W przeciwnym wypadku następuje spadek atrakcyjności i roli centrum.

Na ogół uważa się, że potrzeby parkingowe mieszkańców śródmieścia powinny być zaspokojone w całości. Nie zawsze jest to możliwe, wskutek czego w największych metropoliach brak możliwości parkowania samochodu skłania wielu mieszkańców śródmieścia do rezygnacji z posiadania samochodu (mimo możliwości ekonomicznych). W rezultacie obserwuje się znaczne różnice między poziomem wskaźników motoryzacji w dzielnicach śródmiejskich i peryferyjnych, nawet przy porównywaniu grup społecznych o podobnych dochodach. W Polsce prawidłowość ta jeszcze nie występuje.

Jeszcze trudniej jest zaspokoić potrzeby parkowania mieszkańców ścisłego centrum, dla których są tworzone specjalne parkingi, zlokalizowane na obrzeżu centrum.

Potrzeby trzeciej grupy — dojeżdżających do pracy — mogą być spełnione w ostatniej kolejności i tylko do pewnego stopnia. Jak wynika z przeprowadzonych analiz, stwarzają oni największe obciążenie układu ulicznego, powodując szczyty w ruchu, a także blokują przez wiele godzin miejsca parkingowe. Przy określonym poziomie motoryzacji grupa ta musi albo zrezygnować z dojazdu do pracy własnym samochodem, albo pogodzić się z wysokimi opłatami i ze znacznie zwiększonymi odległościami dojazdu z parkingu do celu podróży.

Zasada kompensacji

Zasada kompensacji wynika z założenia, że polityka parkingowa nie powinna ograniczać ruchliwości mieszkańców. Stosowanie jej polega na rekompensowaniu posunięć ograniczających swobodę parkowania w śródmieściu poprzez tworzenie innych rozwiązań dojazdu do centrum. Można to osiągnąć przez odpowiednią koordynację działalności organizacyjnej i inwestycyjnej.

Na przykład wprowadzeniu strefy ograniczonego czasu parkowania powinna towarzyszyć rozbudowa parkingów — często wielopoziomowych — bez ograniczeń czasu, zlokalizowanych w możliwej do zaakceptowania odległości dojazdu pieszego. Równoległe z ograniczeniem możliwości dojazdu samochodem i zaparkowania dla pracujących w centrum powinien nastąpić rozwój atrakcyjnego transportu publicznego, np. w postaci metra lub ekspresowej komunikacji autobusowej.

W przypadku niestosowania w praktyce zasady kompensacji, każde posunięcie polityki parkingowej będzie odczuwane przez użytkowników jako krzywdzące i będzie skłaniało do niespektowania ograniczeń.

Zasada przejrzystej organizacji parkowania

Zasada ta jest jednym z warunków efektywności polityki parkingowej. Aby użytkownicy parkingów mogli podporządkować się tej polityce, wszelkie za-

kazy i ograniczenia muszą być podane w sposób prosty i zrozumiały. W szczególności chodzi na przykład o wyraźne i jednoznaczne rozgraniczenie miejsc przeznaczonych do parkowania i tych, które są zabronione^{*)}. Staje się to konieczne w warunkach naporu użytkowników samochodów na przeciążony obszar, gdyż starają się oni wykorzystać wszystkie możliwe miejsca oraz lekceważą lub interpretują na swoją korzyść przepisy o parkowaniu. Konsekwencją jest parkowanie na chodnikach, placach, pojazdach, w bezpośredniej bliskości skrzyżowań, przystanków itp. W pewnych wypadkach, gdy takie „dzikie“ parkingi nie powodują uciążliwości, można je zalegalizować i odpowiednio oznakować; pozostałe powinny być zlikwidowane.

Przejrzysta organizacja parkowania znacznie ułatwia kontrolę przestrzegania przepisów.

Dużą rolę w przejrzystej organizacji parkowania ma również odpowiednie ukształtowanie przestrzenne ulic, placów i parkingów (właściwa geometria, oszczędne wymiary stanowisk postojowych, formy małej architektury, zieleń).

Oprócz wymienionych ogólnych zasad, politykę parkingową powinny jeszcze cechować: elastyczność, sprawiedliwość i konsekwentne egzekwowanie. Elastyczność polega na tym, że rozwiązania organizacyjne dają się szybko adaptować do zmieniających się warunków, np. do zmian w układzie komunikacyjnym. Sprawiedliwość polityki oznacza, że przepisy o parkowaniu dotyczą w jednakowym stopniu wszystkich użytkowników. W pojęciu tym mieści się np. rezerwowanie publicznych miejsc parkingowych dla pracowników pewnych instytucji. Konsekwencja we wdrażaniu polityki parkingowej jest warunkiem, bez którego jej efektywność jest znikoma. Istnieje bowiem stała tendencja do nierespektowania polityki parkingowej, która w każdym przypadku godzi w interesy pewnych użytkowników. Musi zatem stale funkcjonować służba kontrolująca przestrzeganie przepisów, uprawniona do karania za wykroczenia.

Jak już wspomniano, cele i metody polityki parkingowej w śródmieściu ulegają ewolucji w miarę wzrostu motoryzacji oraz zależą od wielu czynników. Pomimo złożoności zagadnienia, zalecane do stosowania elementy polityki parkingowej można usystematyzować według dwóch kryteriów: stopnia trudności parkingowych oraz wielkości i charakteru miasta. Zestawienie elementów polityki parkingowej, podające ogólny zakres stosowania różnych rozwiązań inwestycyjnych i organizacyjnych, stanowi tablica 3-4^{**)}.

*) Dobrym przykładem przejrzystej organizacji jest stosowane w Wielkiej Brytanii i Francji oznaczanie wszystkich miejsc, gdzie postój jest zabroniony za pomocą ciągłej linii malowanej na jezdni przy krawężniku (również na skrzyżowaniach, przy przystankach itd.). W ten sposób kierowca, który parkuje w miejscu niedozwolonym, nie ma żadnych wątpliwości, że popełnia wykroczenie.

***) Przyjęto następujący umowny podział rozwiązań w dziedzinie organizacji parkowania:
– lokalne ograniczenia czasu i opłaty – obowiązują na pojedynczym parkingu lub ulicy,
– małe strefy ograniczonego parkowania – obejmujące nie więcej niż dwa kwartały zabudowy (ok. 15 ha),
– strefy ograniczonego parkowania – kilka kwartałów zabudowy (obszar 15–30 ha),
– duże strefy ograniczonego parkowania – ponad 30 ha.

Tablica 3-4

Elementy polityki parkingowej w miastach różnej wielkości

Etap			Elementy polityki	
Nr	Charakterystyka etapu	Cele polityki *)	Aglomeracje ponad 250 tys.	
			centrum	obrzeże
1	Lokalne trudności z parkowaniem w szczycie	I, II	— parkingi wydzielone, i wielopoziomowe **) — lokalne opłaty i ograniczenia czasu	—
2	Trudności z parkowaniem na całym obszarze centrum przez większą część dnia	I, II, III,	— parkingi wielopoziomowe, strefy ograniczonego parkowania, — ułatwienia dla mieszkańców	— parkingi strategiczne
3	Trudności na całym obszarze śródmieścia, potrzeba ograniczenia ruchu samochodów prywatnych	II, III,	— ograniczenie liczby miejsc parkingowych — duże strefy ograniczonego parkowania — ułatwienia dla mieszkańców	— parkingi strategiczne i przesiadkowe, — lokalne opłaty i ograniczenia czasu

*) Według określeń podanych w punkcie 3.3.1.

**) W specjalnych przypadkach.

Przyjęty w tablicy 3-4 podział na etapy, według skali trudności z parkowaniem w śródmieściu, można scharakteryzować następująco:

- w pierwszym etapie występują lokalne trudności parkingowe w centrum i deficyt miejsc parkingowych w szczycie akumulacji,
- drugi etap następuje wówczas, gdy deficyt obejmuje cały obszar centrum miasta, co ogranicza jego dostępność komunikacyjną,
- trzeci etap to okres, w którym konieczne jest ograniczenie ruchu i parkowania prywatnych samochodów ze względu na zagrożenie środowiska i potrzebę zapewnienia sprawności komunikacji autobusowej.

Występowanie kolejnych etapów zależy nie tylko od poziomu motoryzacji, ale także od stopnia rozwoju infrastruktury drogowo-parkingowej oraz od wymagań dotyczących jakości środowiska.

Ewolucję zalecanych rozwiązań polityki parkingowej omówiono osobno dla poszczególnych grup miast.

parkingowej w śródmieściu

Miasta 100÷250 tys.	Miasta poniżej 100 tys.	Miasta zabytkowe i turystyczne
— parkingi wydzielone, — lokalne opłaty i ograniczenia czasu	— parkingi wydzielone, — lokalne opłaty **)	— parkingi strategiczne, — lokalne opłaty i zakazy parkowania
— parkingi strategiczne i wielopoziomowe — małe strefy ograniczonego parkowania	— parkingi strategiczne, — lokalne opłaty i ograniczenia czasu	— parkingi podziemne i strategiczne, — strefy zakazu parkowania
— strefy ograniczonego parkowania, — ułatwienia dla mieszkańców **)	— małe strefy ograniczonego parkowania **)	— całkowity zakaz ruchu indywidualnego i parkowania w centrum

Aglomeracje ponad 250 tysięcy mieszkańców

W pierwszym etapie powinno się rozbudowywać parkingi wydzielone. Jest to konieczne, gdyż na głównych ulicach wprowadza się w tym okresie zakazy postoju dla zwiększenia przepustowości. Przy braku rezerw terenowych, w czasie przebudowy fragmentów centrum, a zwłaszcza przy nowych obiektach, powinny od razu powstawać parkingi wielopoziomowe. W miejscach, gdzie występują bardzo duże trudności parkingowe, należy wprowadzać stopniowo opłaty i ograniczenia czasu parkowania. W największych aglomeracjach może zaistnieć potrzeba wprowadzenia małych stref ograniczonego parkowania (opłaty połączone z ograniczeniem czasu parkowania do 2 h). Jest to słuszne jedynie tam, gdzie występuje przewaga potrzeb parkowania krótkookresowego.

W drugim etapie, gdy trudności parkingowe obejmą całe centrum, powinna nastąpić rozbudowa pojemności parkingowej do granic wyznaczonych przepustowością sieci ulicznej. Jednocześnie na obrzeżu centrum mogą

powstawać parkingi strategiczne^{*)}. Ograniczone parkowanie powinno objąć obszar, na którym znajdują się cele parkowania krótkookresowego (usługi, urzędy, handel). Dla mieszkańców tej strefy należy stworzyć ułatwienia w parkowaniu (rezerwacja miejsc, specjalne parkingi wydzielone, abonamenty).

W trzecim etapie, gdy jest pożądane zmniejszenie natężeń ruchu związanego z centrum, może być uzasadnione faktyczne zmniejszenie liczby ulicznych miejsc parkingowych. Organizacja parkowania pozostaje bez zmian z możliwością dalszego rozszerzenia stref ograniczonego parkowania. W największych aglomeracjach mogą powstać w tym etapie przesiadkowe systemy podróżowania do centrum (park-and-ride), pod warunkiem rozwoju szybkiego i wygodnego transportu zbiorowego. Parkingi zlokalizowane są wówczas przy peryferyjnych przystankach kolejowych, metra, autobusu.

Miasta o zaludnieniu 100 do 250 tysięcy mieszkańców

W miastach tej wielkości nie zachodzi potrzeba ograniczania ruchu samochodowego na większą skalę. Centrum ma zwykle niewielkie rozmiary, co umożliwia lokalizowanie na jego obrzeżu parkingów strategicznych w odległości dojścia pieszego do środka obszaru rzędu 500÷600 m. W pierwszym etapie powinny to być parkingi wydzielone, które następnie można przebudować na wielopoziomowe. Organizacja parkowania powinna się ograniczać w pierwszym etapie do lokalnych opłat i ewentualnie ograniczeń czasu parkowania. Po stworzeniu systemu parkingów na obrzeżu centrum (zasada kompensacji) można stopniowo wprowadzać strefy ograniczonego parkowania. Gdy centrum pełni funkcje usługowe w skali regionu (miasta wojewódzkie), wówczas są istotne ograniczenia czasu parkowania ze względu na potrzebę zapewnienia dostępności centrum dla przyjezdnych.

Miasta do 100 tysięcy mieszkańców

W miastach tej wielkości, pod warunkiem odpowiedniego zainwestowania w układ uliczno-parkingowy, nie zajdzie potrzeba większych ograniczeń swobody użytkowania samochodu. Etap 3 na ogół nie nastąpi (z wyjątkiem miast zabytkowych i ośrodków turystycznych). Małe rozmiary centrum umożliwiają rozwiązanie jego obsługi przez strategiczne rozmieszczenie parkingów wydzielonych i utworzenie ciągów pieszych. Dla zapewnienia racjonalnego wykorzystania miejsc można wprowadzić lokalne opłaty. W drugim etapie opłaty należy połączyć z ograniczeniami czasu (lokalnymi). Małe strefy ograniczonego parkowania można stosować tylko w wyjątkowych przypadkach.

Miasta zabytkowe i turystyczne

Miasta o takim charakterze stanowią najtrudniejszy problem, gdyż występuje tu największa rozbieżność między popytem na parkowanie a możliwościami

^{*)} Parking strategiczny — parking o dużej liczbie stanowisk, zlokalizowany w pobliżu wlotu do śródmieścia, łatwo dostępny z trasy (tras) dojazdowej do śródmieścia i mający dobrą obsługę transportem publicznym. Niekiedy organizowane są specjalne połączenia mikrobusowe parkingu z centrum. Parkingi strategiczne mają za zadanie „przyciągnięcie” części pojazdów, zmierzających do śródmieścia.

mi jego zaspokojenia. Popyt jest wywołany przez turystyczną atrakcyjność obszaru, a jednocześnie parkowanie jest uciążliwe i niepożądane (względy estetyczne i środowiskowe np. w uzdrowiskach). W małych miastach odpowiednim rozwiązaniem są parkingi strategiczne przy jednoczesnych opłatach w najbardziej atrakcyjnych miejscach lub zakazach parkowania, tam gdzie jest to niepożądane. Stosowanie ograniczeń czasu parkowania w rejonach turystycznych jest nieuzasadnione (krótkie czasy parkowania), o ile nie istnieje niebezpieczeństwo, że parkingi zostaną zablokowane przez dojeżdżających do pracy. W dużych miastach warunkiem wprowadzenia na szerszą skalę stref zakazów parkowania i opłat jest wybudowanie parkingów wielopoziomowych, najlepiej podziemnych. O ile warunek ten będzie spełniony, w trzecim etapie możliwe jest wprowadzenie zakazu ruchu indywidualnego na całym obszarze zabytkowego centrum.

3.3.3 PROGRAMOWANIE MIEJSC PARKINGOWYCH

Zagadnienie perspektywicznego programowania miejsc parkingowych w śródmieściu jest częścią złożonego problemu planowania pojemności śródmiejskiego układu drogowo-parkingowego. Problem ten i próbę jego rozwiązania przedstawiono w rozdziale 1. Rozwiązanie, jeśli chodzi o parkingi, zawiera trzy etapy:

- obliczenie prognozy potrzeb parkingowych,
- analiza możliwości rozbudowy systemu parkingów,
- obliczenie pojemności parkingów zbilansowanej z przepustowością sieci ulicznej.

Dwa ostatnie etapy omówiono szerzej w rozdziale 1 (punkty 1.4.4 i 1.5.4). Nie zawsze jednak istnieje możliwość zastosowania opisanego tam toku obliczeń prognozy parkingowej, wykonanych na podstawie wyników prognozy ruchu. Dlatego też celowe wydaje się przedstawienie uproszczonej metody rachunku, którego podstawą są wskaźniki ruchliwości posiadaczy samochodów. Celem prognozy jest uzyskanie obrazu przyszłych potrzeb parkingowych trzech grup użytkowników: mieszkańców śródmieścia, pracujących w śródmieściu oraz parkujących w innych celach niż dom i praca^{*)}.

Danymi wyjściowymi do prognozy są:

- hipoteza motoryzacji,
- prognoza rozmieszczenia w rejonach śródmieścia mieszkańców, miejsc pracy ogółem i miejsc pracy w usługach^{**)},
- prognoza ogólnej liczby mieszkańców, liczby miejsc pracy i miejsc pracy w usługach w całym mieście.

*) Metoda obliczeń potrzeb mieszkańców jest podobna do przedstawionej w rozdziale 1, jednakże dla jasności przedstawiono cały tok obliczeń i powtórzono pewne wzory.

***) Do usług zalicza się miejsca pracy w tych działach gospodarki, które wywołują parkowanie krótkookresowe. Są to następujące działy: handel, kultura i sztuka, ochrona zdrowia, opieka społeczna, finanse i ubezpieczenie, administracja państwowa, transport (dworce kolejowe, autobusowe i lotnicze) itp.

Parkowanie samochodów mieszkańców śródmieścia

Przyjmuje się, że maksymalna liczba samochodów parkujących w rejonie k w okresie nocnym (A_{nk}) równa się liczbie samochodów będących w posiadaniu mieszkańców minus samochody garażujące:

$$A_{nk} = 0,001 \cdot M_k \cdot s \cdot (1 - u_g) \quad (3.1)$$

gdzie:

M_k — liczba mieszkańców rejonu k ,

s — wskaźnik motoryzacji (sam. os./tys. mieszk.),

u_g — udział garażowania.

Wartość wskaźnika u_g wynosi obecnie $0,19 \div 0,22$.

W prognozach dla miast ponad 100 tys. mieszkańców należy przyjmować wartości mniejsze niż $0,10 \div 0,12$, zależnie od wielkości miast, ze względu na to, iż garaży w śródmieściu nie będzie przybywało. W szczycie dziennym liczba parkujących samochodów mieszkańców (A_{mk}) jest mniejsza i wyraża się wzorem:

$$A_{mk} = 0,001 \cdot M_k \cdot s \cdot (1 - u_g) \cdot r_m \quad (3.2)$$

gdzie r_m oznacza wskaźnik jednoczesności parkowania samochodów mieszkańców.

Zaleca się przyjmowanie do prognozy wartości $r_m = 0,60$.

Parkowanie samochodów osób pracujących w śródmieściu

Podstawą do obliczenia potrzeb parkingowych osób zatrudnionych w śródmieściu jest wskaźnik ruchliwości niepieszej posiadaczy samochodów. Zależność tego wskaźnika od wielkości miasta przedstawia rysunek 3-7. Wartość wskaźnika ruchliwości uwzględnia absencję w pracy oraz fakt, że część podróży odbywa się pieszo. Przyjmowane jest założenie, że wszyscy posiadacze samochodów są czynni zawodowo.

Liczbę dojeżdżających samochodami do pracy w rejonie k można wyrazić wzorem:

$$S_{pk} = 0,001 m_p \cdot s \cdot \frac{Z_k}{z} \cdot p \cdot \beta \cdot w_p \quad (3.3)$$

gdzie:

m_p — wskaźnik ruchliwości posiadaczy samochodów w podróżach do pracy (rys. 3-7).

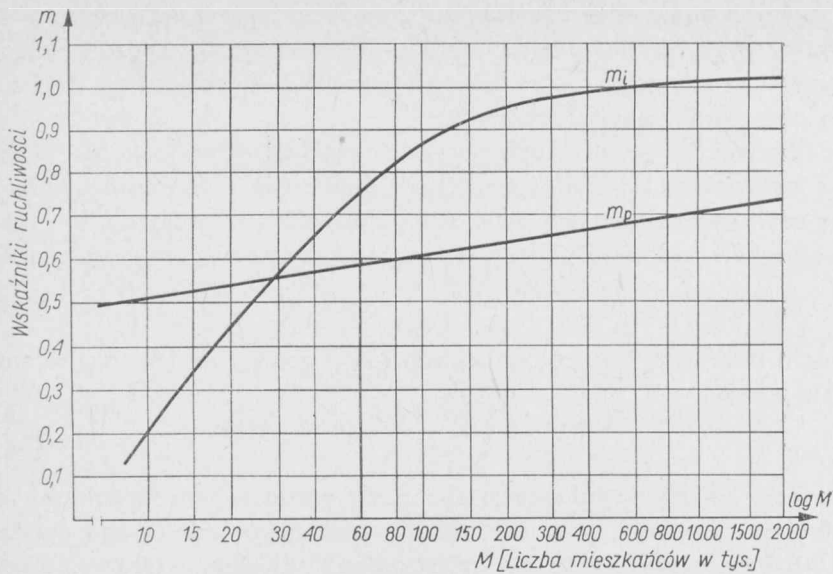
Z_k — liczba miejsc pracy ogółem w rejonie k ,

z — wskaźnik udziału ludności zawodowoczynnej,

p — wskaźnik gotowości technicznej samochodu,

β — stopień wykorzystania samochodu dla dojazdów do pracy.

Według dotychczasowych badań wartość $\beta \cdot w_p$ wynosi $0,56 \div 0,59$. Za wartość maksymalną należy uznać 0,85. Dla prognozy należy przyjmować wartość średnią, czyli $0,65 \div 0,70$.



Rys. 3-7. Zależność ruchliwości niepieszej posiadaczy samochodów od wielkości miasta

Akumulację szczytową parkowania samochodów pracowników w rejonie k określa zależność:

$$A_{pk} = S_{pk} \cdot r_p \quad (3.4)$$

gdzie wskaźnik jednoczesności parkowania w szczycie samochodów osób pracujących w śródmieściu $r_p = 0,80$.

Parkowanie w celach innych niż praca i dom

Obliczenie liczby przyjeżdżających do rejonu k samochodami w celach innych niż dom i praca uwzględnia rozmieszczenie miejsc pracy w usługach bezpośrednich oraz wskaźnik ruchliwości posiadaczy samochodów. Ruchliwość w innych celach zwiększa się wraz z rozrastaniem miasta (krzywa m_i na rys. 3-7) znacznie szybciej niż w przypadku podróży do pracy.

Liczbę dojeżdżających do rejonu k w innych celach można wyrazić wzorem:

$$S_{ik} = 0,001 \cdot m_i \cdot s \cdot \frac{Z_{uk}}{Z_u} \cdot d \cdot \beta_i \cdot w_i \cdot h \quad (3.5)$$

gdzie.

- m_i — wskaźnik ruchliwości posiadaczy samochodów w podróży w innych celach (rys. 3-7 krzywa m_i),
- Z_{uk} — liczba miejsc pracy w usługach bezpośrednich w rejonie k ,
- Z_u — liczba miejsc pracy w usługach bezpośrednich w całym mieście przypadająca na 1 mieszkańca,
- d — wskaźnik absencji w pracy,

β_i — stopień wykorzystania samochodu w podróży w innych celach,
 w_i — wskaźnik napełnienia samochodu w podróży w innych celach,
 h — współczynnik zwiększający, uwzględniający dojazdy spoza miasta; wyraża on stosunek sumy użytkowników usług śródmiejskich do liczby użytkowników miejscowych ^{*)}.

Wartość iloczynu $\beta_i \cdot w_i$, uzyskana na podstawie badań, wynosi $1,20 \div 1,24$. Wartość ta jest większa od jedności, gdyż uwzględnia fakt, że podróże samochodem są realizowane nie tylko przez samego właściciela pojazdu, ale także i przez członków rodziny. Dla prognoz można przyjmować wartość średnią

$$\beta_i \cdot w_i = 1,22.$$

Akumulacja parkowania w celach innych niż praca i dom (A_i) dla rejonu k wyraża się wzorem:

$$A_{ik} = S_{ik} \cdot r_i \quad (3.6)$$

gdzie r_i oznacza wskaźnik jednoczesności parkowania w innych celach.

Wskaźnik ten przyjmuje wartość 0,10 dla szczytu południowego (godz. 11.00 ÷ 13.00) oraz wartość 0,15 dla szczytu popołudniowego (szczyt parkowania w innych celach).

Zapotrzebowanie na miejsca parkingowe w szczycie

Łączne zapotrzebowanie na miejsca w szczycie południowym (A_k) można przedstawić następująco ^{**)}:

$$A_k = A_{mk} + A_{pk} + A_{ik} \quad (3.7)$$

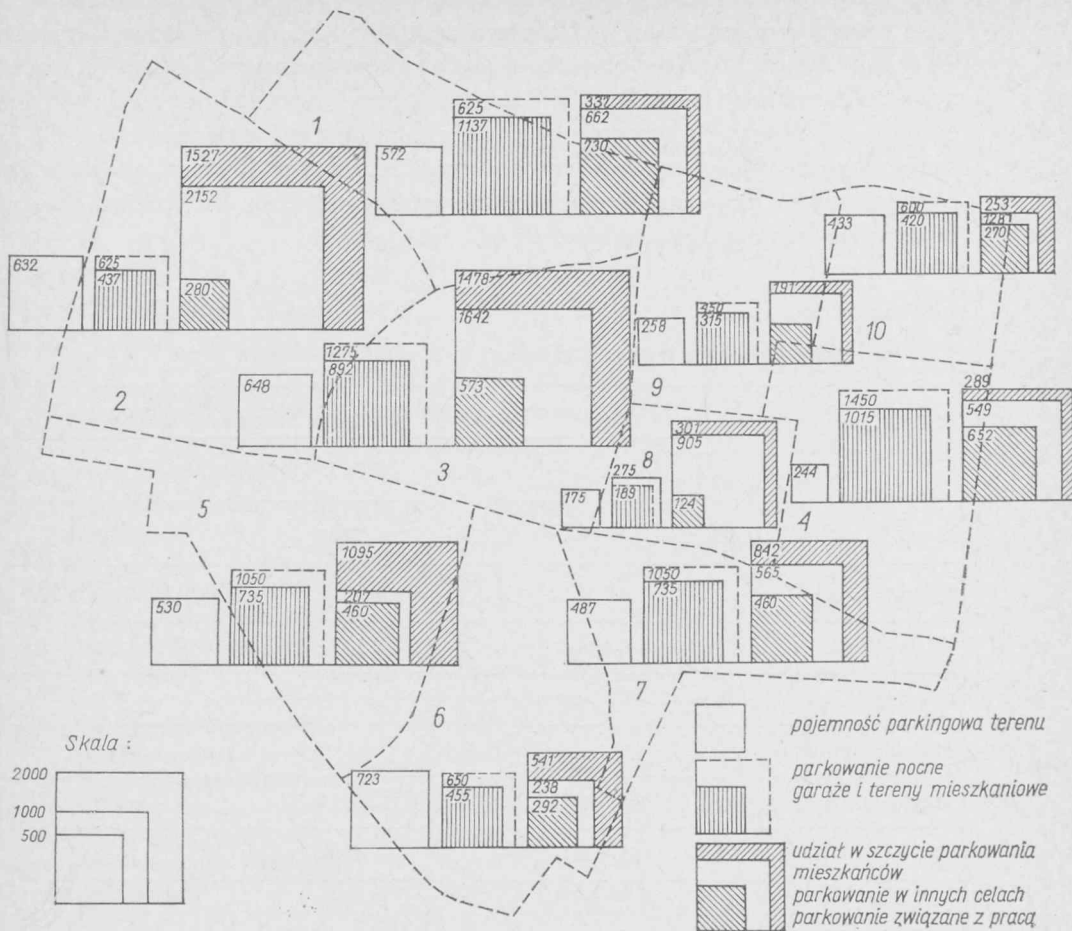
Zapotrzebowanie należy obliczyć osobno dla poszczególnych grup użytkowników oraz łącznie. Dodatkowo trzeba obliczyć zapotrzebowanie na parkowanie w innych celach w szczycie popołudniowym (przy $r_i = 0,15$) oraz zapotrzebowanie w porze nocnej.

Według opisanej tu metody obliczono prognozę potrzeb parkingowych w śródmieściu Poznania na rok 1990 [6]. Wyniki prognozy, w podziale na potrzeby mieszkańców, pracowników oraz innych przedstawiono na rysunku 3-8. Sumaryczne zapotrzebowanie na miejsca postojowe w szczycie akumulacji określono na 18 360. Następnie, zgodnie z tokiem postępowania przedstawionym na początku rozdziału, przeprowadzono analizę możliwości rozbudowy parkingów oraz bilansowanie pojemności parkingowej z przepustowością ulic. Analiza wykazała, że bez realizacji parkingów wielopoziomowych pojemność parkingowa śródmieścia może wynieść co najwyżej 6 200 miejsc. Zbilansowanie planowanej przepustowości sieci ulicznej z pojemnością parkingów nastąpiłoby przy zwiększeniu tej ostatniej do 13 000 miejsc. Liczbę tę przyjęto ostatecznie w planie perspektywicznym śródmie-

^{*)} Jeżeli np. użytkownicy spoza miasta stanowią 20% wszystkich dojeżdżających, to

$$h = \frac{1}{1-0,2} = 1,25$$

^{**)} Objaśnienia poszczególnych składników wzoru są podane na stronie 21.



Rys. 3-8. Prognoza potrzeb parkingowych w śródmieściu Poznania na rok 1990 [6]

ścia Poznania. Realizacja tego planu pozwoliłaby na dojazd samochodem do pracy w śródmieściu 40% posiadaczy samochodów.

Osobnego omówienia wymagają metody wskaźnikowe programowania miejsc parkingowych. Wskaźniki odnoszą potrzebną liczbę miejsc postojowych do wielkości poszczególnych obiektów, mierzonych w m² powierzchni użytkowej.

Wskaźniki są wykorzystywane do programowania parkingów przy innych obiektach w śródmieściu, a nawet do projektowania przebudowy całych fragmentów centrum. Nie powinny one być jednak stosowane do szacowania całkowitej pojemności śródmieścia *).

*) Metody wskaźnikowe, które są praktyczne i niezastąpione dla określania potrzeb poza obszarem centralnym, w przypadku centrum dają zawyżony obraz potrzeb. Ponadto, kluczem do prawidłowego rozwiązania obsługi komunikacyjnej śródmieścia jest zbilansowanie pojemności parkingowej i przepustowości ulic, czego nie da się osiągnąć stosując wskaźnikowe programowanie parkingów.

Przykłady wskaźników programowania miejsc parkingowych stosowanych dla centrów różnych miast zestawiono w tablicy 3-5. W niektórych krajach wskaźniki mają charakter obowiązujących normatywów projektowania, w innych zaleceń. W przypadku Londynu normatyw (obowiązujący od 1972 r.) określa największą dopuszczalną (a nie minimalną wymaganą) liczbę miejsc parkingowych. Mówi on bowiem na przykład, że na 1000 m² powierzchni biur i sklepów powinno przypadać nie więcej niż 0,9÷2,2 miejsc parkingowych, zależnie od warunków.

Tablica 3-5

Wskaźniki programowania miejsc parkingowych w centrach różnych miast

Kraj/miasto	Liczba miejsc parkingowych, która powinna przypadać na:		
	jedno mieszkanie	1000 m ² powierzchni użytkowej	
		biur	sklepów
Paryż	1	20	20
Kopenhaga	0,67÷1,0	—	10÷20
Hamburg	0,5 ÷1,0	10	20
Wielka Brytania	—	4,5÷31	4,5÷27
Londyn	1	0,9÷2,2	0,9÷2,2
NRD	0,8	29÷33	25÷67
Węgry	1	20	20÷29
Sofia	1	25	8

Nowe wskaźniki programowania miejsc parkingowych opracowane dla Warszawy [17] zawiera tablica 3-6^{*)}.

Całość aglomeracji warszawskiej i województwa stołecznego podzielono na strefy, biorąc pod uwagę funkcję obszaru oraz intensywność i charakter zabudowy.

Przy obliczaniu wartości wskaźników uwzględniono, że jeden parking służy wymiennie różnym funkcjom. Wzięto także pod uwagę czynniki ograniczające możliwości realizacyjne parkingów oraz obsługę obszaru transportem publicznym. Podejście to eliminuje niektóre wady metod wskaźnikowych i stanowi postęp w stosunku do stosowanych dotychczas wskaźników programowania miejsc parkingowych.

^{*)} Tablica 3-6 stanowi wyciąg z opracowania [17] i zawiera tylko niektóre wskaźniki. Pominęto szczegółowe wskaźniki odnoszące liczbę miejsc parkingowych do miejsc w kinach, hotelach, szpitalach itp.

Tablica 3-6

Wybrane wskaźniki prognozowania miejsc parkingowych dla Warszawy i WSW *)

Strefa		Okres etapowy (1990 r.)			Perspektywa		
		Iliczba miejsc parkingowych, która powinna przypadać na:					
		jedno mieszka- nie	1000 m ² pow. użytkowej		jedno mieszka- nie	1000 m ² pow. użytkowej	
biur	sklepów		biur	sklepów			
A ₁	Centrum Warszawy	0,6	6÷9	6÷8	0,7	8÷13	7÷16
A ₂	Śródmieście funkcyj- nalne Warszawy	0,7	12÷15	8÷13	0,8	15÷24	10÷20
B ₁	Obszary istniejącej zabudowy intensywnej	0,7	12÷15	8÷13	0,85	15÷24	10÷20
B ₂	Obszary projektowa- nej i rekonstruowa- nej zabudowy in- tensywnej	0,75	12÷19	10÷15	1,15	18÷27	16÷22
B ₃	Obszary mieszanej zabudowy intensywnej i ekstensywnej	0,75÷1,0	11÷19	10÷18	1,2÷1,5	17÷26	16÷24
C ₁	Obszary zabudowy ekstensywnej typu miejskiego	1,0	12÷23	11÷26	1,5	20÷30	18÷35
C ₂	Obszary zabudowy ekstensywnej typu wiejskiego	1,0	12÷14	10÷16	2,0	20÷30	18÷35

*) Na podstawie źródła [17].

3.3.4 ROZMIESZCZENIE PARKINGÓW

Prawidłowe rozmieszczenie parkingów w śródmieściu ma duży wpływ na przyszłe funkcjonowanie układu drogowo-parkingowego. Lokalizacja dużych obiektów parkingowych, które są potężnymi generatorami ruchu, może decydować o rozkładzie szczytowych potoków ruchu na sieci ulicznej. Z drugiej strony można się spodziewać, że parkingi zlokalizowane w mało atrakcyjnych miejscach nie będą w pełni wykorzystywane.

Najważniejszym kryterium lokalizacji nowych parkingów powinien być przeprowadzany dla każdego rejonu bilans zapotrzebowania (obliczonego z uwzględnieniem ograniczonego stopnia zaspokojenia potrzeb związanych z pracą) oraz istniejącej pojemności parkingowej.

Zbilansowanie potrzeb i możliwości w poszczególnych rejonach jest w praktyce niemożliwe ze względu na brak rezerw terenu w śródmieściu.

Przy rozpatrywaniu możliwych lokalizacji dużych parkingów należy brać pod uwagę następujące kryteria:

- rozmieszczenie celów podróży w zasięgu dojścia pieszego,
- kierunki dojazdów do centrum,
- organizacja ruchu w centrum,
- koszt budowy,
- możliwość prawidłowego podłączenia do sieci ulicznej.

Projektowane parkingi powinny być tak zlokalizowane, aby znalazły się w dogodnej odległości od głównych atrakcji śródmieścia takich, jak: domy towarowe, kompleksy handlowo-rozrywkowe, hotele, duże instytucje i inne. Trudno jest dokładnie określić, jaką maksymalną odległość parkujący będą skłonni zaakceptować. Zależy to od takich czynników jak możliwość i koszt zaparkowania bliżej celu, a także od wielkości miasta. W Wielkiej Brytanii stwierdzono [11], że im większe miasto, tym dalej skłonni są chodzić parkujący. Ponadto istnieje zależność akceptowanej długości dojścia do celu podróży

Według C. O'Flaherty dogodna długość dojścia w mieście średniej wielkości wynosi:

- dla parkujących w związku z pracą — 275 m,
- dla parkujących w innych celach — 180 m.

Wydaje się, że w dużych miastach są akceptowane większe odległości, rzędu odpowiednio: 500 m (praca) i 300 m (inne cele). Długość dojścia 800 m może być zaakceptowana wyjątkowo w przypadku parkingów strategicznych, połączonych z celami podróży specjalnymi ciągami pieszymi.

Doświadczenia miast zachodnich wskazują, że dojeżdżający do śródmieścia niechętnie korzystają z parkingów strategicznych, o ile powoduje to konieczność korzystania z transportu zbiorowego *).

Inną ważną przesłanką lokalizacji parkingów jest struktura kierunkowa dojazdów do śródmieścia. Jak wykazała analiza wykonana dla Warszawy (rozdział 1), pierwszym czynnikiem ograniczającym możliwość dojazdu do centrum może się okazać przepustowość wewnętrznej sieci ulicznej. Prawidłowo rozmieszczone parkingi mogą i powinny przechwytywać ruch na wlotach do centrum, zmniejszając tym samym ruch wewnątrz obszaru i eliminując zbędne krążenie.

Organizacja ruchu i parkowania jest również ważnym czynnikiem wpływającym na rozmieszczenie parkingów. Zgodnie z zasadą kompensacji, ograniczeniom ruchu i parkowania na obszarze centrum powinno towarzyszyć tworzenie alternatywnych możliwości osiągnięcia celu. Taką możliwość dają parkingi zlokalizowane na granicach strefy, wewnątrz której ruch lub parkowanie są zabronione. Parkingi takie powinny powstawać przy wprowadzaniu w życie następujących rozwiązań organizacyjnych:

- strefy ruchu pieszego,

*) Nie należy mylić parkingów strategicznych z parkingami przesiadkowymi (park-and-ride), które lokalizuje się w znacznej odległości od centrum, przy przystankach szybkiej komunikacji zbiorowej.



Rys. 3-9. Schemat rozmieszczenia dużych parkingów w centrum Bazylei

- ulice przeznaczone wyłącznie dla ruchu autobusowego,
- strefy ograniczonego parkowania,
- enklawy ruchu.

Przykład tego ostatniego rozwiązania we francuskim mieście Besançon opisano w rozdziale 2 (rys. 2-10).

W przypadku dużych parkingów wielkie znaczenie ma prawidłowe podłączenie ich do sieci ulicznej. Chodzi o zapewnienie możliwości sprawnego

napelniania i opróżniania parkingu w godzinie szczytu, gdy potok ruchu powstający na parkingu może być nawet równy jego pojemności. Najwłaściwszym rozwiązaniem, stosowanym w wielu miastach, jest podłączenie parkingów do obwodnicy centrum lub też bezpośrednio do dróg szybkiego ruchu kończących się w śródmieściu (Sztokholm, Cobo Hall w Detroit i in.).

Rysunek 3-9 przedstawia usytuowanie dużych parkingów na przykładzie centrum Bazylei. Większość dużych parkingów rozmieszczono tam tak, aby były dogodnie dostępne z obwodnicy centrum. Wewnątrz obszaru znajduje się duży parking wielopoziomowy na 2200 miejsc. Zlokalizowano go na granicy strefy ruchu wyłącznie pieszego, która obejmuje całe zabytkowe centrum miasta.

3.4 ORGANIZACJA PARKOWANIA

3.4.1 OPŁATY I OGRANICZENIA CZASU POSTOJU

Najważniejsze metody organizacji parkowania w śródmieściach to ograniczenia czasu postoju oraz pobieranie opłat za postój. Obie metody są szeroko stosowane na świecie, najczęściej łącznie.

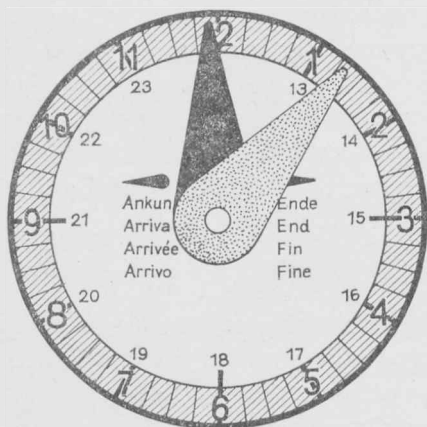
Ograniczenia czasu postoju, zwykle do 2 lub nawet 1 godziny sprzyjają racjonalizacji wykorzystania parkingów, a także częściowo zmniejszają popyt na parkowanie przez zniechęcanie użytkowników, którzy chcieliby parkować długo. Stanowi to praktyczną realizację zasady kolejności zaspokojenia potrzeb użytkowników obszaru centralnego (por. pkt 3.3.2).

Opłaty za postój wpływają bezpośrednio na zmniejszenie popytu na parkowanie tam, gdzie obowiązują. Metoda opłat jest bardzo elastyczna, gdyż opłaty można zróżnicować w zależności od miejsca i typu parkingu tak, aby stymulować właściwe wykorzystanie miejsc postojowych. Opłaty mogą być proporcjonalne do czasu postoju lub też mieć charakter degresywny bądź progresywny^{*)}. W tym ostatnim wypadku opłaty przyczyniają się najbardziej do zmniejszenia średniego czasu postoju i wzrostu efektywności wykorzystania miejsc (rotacja). Jednakże same opłaty nie gwarantują pierwszeństwa dla parkujących krótkookresowo i dlatego powinny być połączone z ograniczeniami czasu.

Łączny efekt ograniczeń czasu parkowania i opłat jest dobrze widoczny na przykładzie centrum Londynu. Założeniem polityki parkingowej jest tam utrzymywanie opłat na parkingach ulicznych na takim poziomie, aby wskaźnik napelnienia nie przekraczał 85%. Zapewnia to dostępność centrum nawet w szczycie akumulacji, gdyż średnio co siódme miejsce jest wolne. Jednocześnie w miarę zwiększania się liczby zainstalowanych parkometrów w latach 1957÷1970 dał się zaobserwować wzrost średnich prędkości ruchu w obszarze centralnym. Według Baylissa [24] wzrost prędkości w okresie

^{*)} Progresywny charakter mają np. stosowane w Polsce opłaty 3 zł za pierwsze pół godziny postoju i 5 zł za każde następne pół godziny. Degresywny charakter mają opłaty na parkingach strzeżonych.

sei mobil mit Mobil



Rys. 3-10.
Typowy dysk parkingowy

szczytu popołudniowego (o około 20%) można łączyć ze zmniejszeniem liczby dojeżdżających samochodami do pracy na skutek ograniczeń czasu parkowania. Natomiast wzrost prędkości ruchu między szczytami (o około 10%) wynika ze zmniejszenia ogólnej liczby parkujących w centrum, co jest efektem opłat i fizycznego zmniejszenia pojemności parkingowej ze 125 tys. do 105 tys. miejsc.

Zarówno ograniczenia czasu, jak i opłaty można w praktyce wprowadzać w życie za pomocą różnych rozwiązań organizacyjnych, które są dobierane w zależności od charakterystyki obszaru i rozkładu potrzeb parkingowych w czasie. I tak na przykład zasady parkowania są zmieniane dla okresu nocnego i w dni wolne od pracy.

Dyski parkingowe

Metoda dysków jest jedyną szeroko rozpowszechnioną metodą ograniczenia czasu postoju bez opłat. Dysk parkingowy jest to tarcza zegarowa z dwiema wskazówkami, przy czym odstęp między nimi jest stały i odpowiada obowiązującemu limitowi czasu parkowania. Typowy dysk parkingowy przedstawia rysunek 3-10. Kierowca po zaparkowaniu jest obowiązany nastawić dysk na aktualną godzinę i umieścić go za szybą tak, aby był dobrze widoczny z zewnątrz. Dzięki temu kontroler może stwierdzić, czy ten pojazd nie przekroczył limitu czasu obowiązującego w danym miejscu.

Dyski parkingowe obowiązują zwykle w strefach (zone bleue), w których czas parkowania jest ograniczony do dwóch, półtorej lub jednej godziny.

W niektórych systemach organizacji parkowania dopuszczalne czasy parkowania są różnicowane, w zależności od pory dnia. Metoda dysków jest prosta i nie wymaga żadnych nakładów inwestycyjnych. Koszty eksploatacyjne ograniczają się do kosztów utrzymania służby kontrolnej, która jest jednak niezbędna przy każdym systemie organizacji parkowania. Ponadto, metoda dysków pozwala na efektywne wykorzystanie powierzchni parkingów, gdyż nie zachodzi potrzeba wyznaczania poszczególnych stanowisk postojowych.

Pomimo tych zalet w ostatnim okresie obserwuje się w wielu miastach Europy odchodzenie od metody dysków i wprowadzanie płatnych metod organizacji parkowania. Wynika to z faktu, że dyski przynoszą na ogół wpływy finansowe niższe *) niż koszt utrzymania służby kontrolnej, który obciąża budżet miejski. Liczebność służby parkingowej do skutecznej kontroli przestrzegania przepisów musi być też znacznie większa — jak podają źródła angielskie i niemieckie — niż w przypadku np. parkometrów.

Obchodowe pobieranie opłat

Najprostsze rozwiązanie w dziedzinie płatnego parkowania polega na ręcznym pobieraniu opłat przez pracowników służby parkingowej. Metoda ta umożliwia łatwą kontrolę i zapewnia samofinansowanie się systemu. Jest ona jednak niepraktyczna, gdyż zastosowanie jej na dużym obszarze wymaga zatrudnienia wielkiej liczby pracowników.

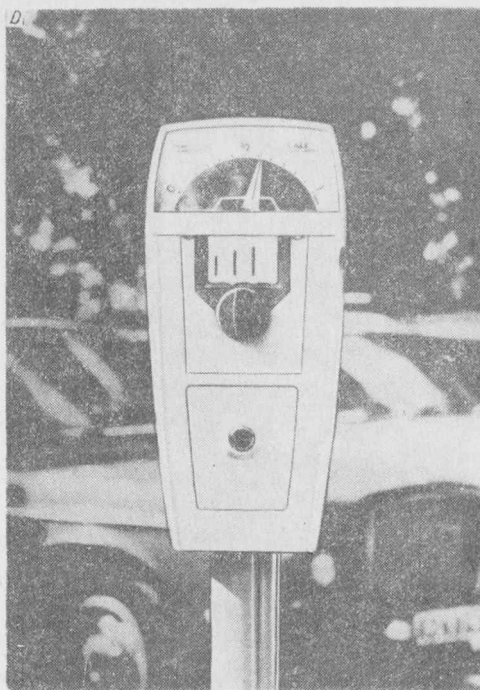
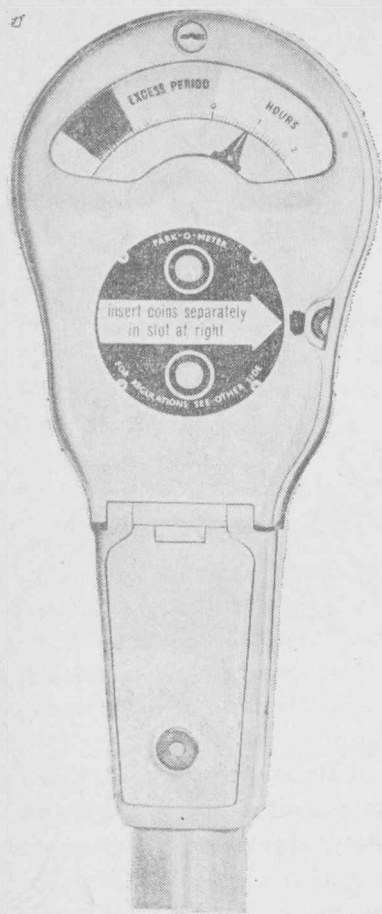
Obchodowe pobieranie opłat jest stosowane w kilku miastach polskich, między innymi w Krakowie, Poznaniu i Warszawie. Jak dotąd jednak opłatom nie towarzyszą ograniczenia czasu postoju mimo, że jest to teoretycznie przewidziane. W ten sposób nie jest realizowana podstawowa zasada polityki parkingowej, jaką jest priorytet dla parkujących krótko.

Parkometry

Parkometry są najpowszechniej dziś stosowaną formą organizacji parkowania ulicznego. Łączą one opłaty z ograniczeniem czasu. Parkometr jest mechanizmem zegarowym, który po wrzuceniu odpowiedniej liczby monet odmierza opłacany czas parkowania. Najwyższa możliwa opłata odpowiada maksymalnemu czasowi parkowania dozwolonemu na danym obszarze. Powtórne opłacanie parkowania w tym samym miejscu jest zabronione.

Spotyka się parkometry nastawiane ręcznie, które wymagają nakręcania po wrzuceniu monet, oraz automatyczne, w których samo wrzucenie monety wystarcza do uruchomienia mechanizmu. Przykłady typowych rozwiązań przedstawia rysunek 3-11.

Parkometry stały się popularne dzięki swoim niewątpliwym zaletom: są proste w obsłudze i wygodne z punktu widzenia użytkownika. Regulacja parkowania za pomocą parkometrów jest możliwa w dwojaki sposób: poprzez ustalenie odpowiedniej wysokości opłat oraz przez stosowanie różnych limitów czasu parkowania. Najczęściej spotykane ograniczenia czasu to: 2 h, 1 h, 30 min, 15 min.



Rys. 3-11.

Parkometry

a — automatyczny firmy Venner,

b — nakręcany ręcznie firmy Cale —
Andersson

Przy parkometrach bardzo łatwa jest kontrola przestrzegania przepisów: w przypadku nieopłacenia postoju bądź też przekroczenia opłaconego czasu w okienku parkometru pojawia się czerwona „chorągiewka” sygnalizująca wykroczenie.

Oprócz niewątpliwych zalet należy wymienić następujące wady parkometrów:

- duże koszty urządzeń i ich utrzymania,
- konieczność istnienia specjalnej służby technicznej do ich konserwacji i napraw,
- zmniejszenie potencjalnej liczby miejsc na danym obszarze o około 20%, co wynika z konieczności wymalowania stanowiska przy każdym parkometrze,
- pogorszenie estetyki ulicy przez rząd parkometrów, co jest szczególnie rażące na obszarach zabytkowej zabudowy.

Parkometry są też obiektem włamań i wandalizmu. Dlatego ostatnie rozwiązania idą w kierunku wzmocnienia obudowy mechanizmu, a szczególnie zabezpieczenia kasety z monetami.

Pomimo wad parkometry zdobyły dużą popularność w miastach Europy Zachodniej oraz Stanów Zjednoczonych, gdzie ich liczba już w latach sześćdziesiątych przekroczyła 2 miliony sztuk. Nie wszędzie są one jednak rozwiązaniem przynoszącym zyski. Dlatego też ostatnio jest obserwowana tendencja do zastępowania parkometrów bardziej efektywnymi ekonomicznie automatami biletowymi.

Samoobsługowe systemy biletowe

Samoobsługowe systemy biletowe są stosowane w wielu miastach europejskich średniej wielkości (Szwecja, Francja, Irlandia). System polega na tym, że użytkownik kupuje bilet w przedsprzedaży i sam oznacza na nim datę i godzinę zaparkowania przez przedziurawienie lub przekreślenie odpowiednich rubryk. Następnie bilet jest wystawiany za szybą samochodu tak, aby był widoczny dla kontrolujących. Przewidziano 3 rodzaje biletów na różne czasy postoju: opłacane za $\frac{1}{2}$ h, 1 h lub 2 h. Maksymalny czas postoju byłby ograniczony do 2 h.

Główną wadą samoobsługowego systemu biletowego jest wymaganie od użytkowników pewnego wysiłku związanego z kupowaniem i kasowaniem biletów. Ponadto jest potrzebna dokładna kontrola, gdyż trzeba sprawdzać nie tylko fakt opłacenia parkowania, ale także prawidłowość skasowania biletu i nieprzekroczenia dozwolonego czasu postoju. Wprowadzenie i utrzymanie systemu wiąże się z pewnym wysiłkiem organizacyjnym na przygotowanie i rozprowadzenie biletów oraz akcją informacyjną.

Najważniejsze zalety systemu to: minimalne nakłady inwestycyjne, możliwość szybkiego wdrożenia na całym potrzebnym obszarze oraz elastyczność systemu, polegająca na możliwości łatwej zmiany granic strefy, wysokości opłat i zakresu ograniczeń czasu.

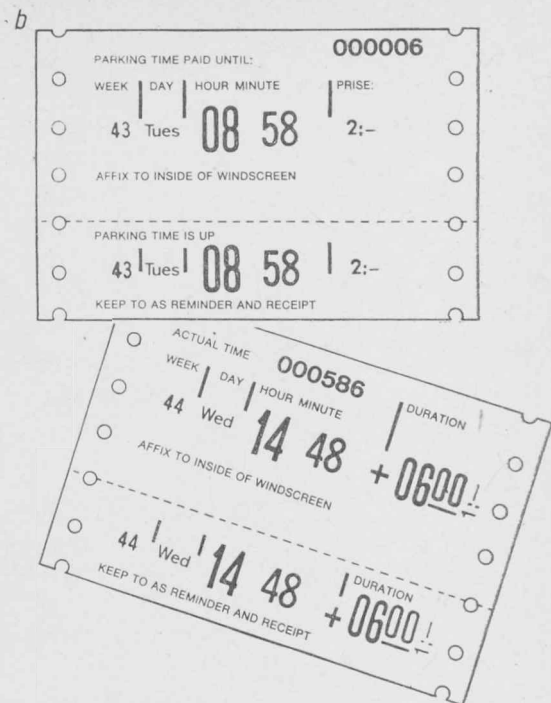
Podobnie jak w przypadku dysków parkingowych, w systemie biletowym nie zachodzi konieczność wyznaczania stanowisk postojowych, co daje bardziej efektywne wykorzystanie powierzchni.

Wprowadzenie w życie systemu biletowego wymaga odpowiednich przepisów prawnych, sankcjonujących pobieranie opłat oraz wprowadzających kary za nieprzestrzeganie ograniczeń. Brak takich przepisów oraz brak służby parkingowej zdolnej do kontroli ich przestrzegania — to główne powody hamujące szersze wprowadzenie systemu w kraju.

Automaty biletowe

Rozwiązaniem, które łączy wiele zalet parkometrów i systemu biletowego, są automaty drukujące bilety. Na podstawie liczby wrzuconych monet automat oblicza czas parkowania i wydaje bilet, na którym drukuje datę, opłatę oraz godzinę, w której upływa opłacony czas postoju. Możliwe jest — jak w przypadku parkometrów — wyznaczenie górnego limitu czasu parkowania. Przykład automatu biletowego oraz drukowanych biletów przedstawia rysunek 3-12.

Automaty biletowe mogą zastępować parkometry na ulicznych stanowiskach postojowych lub też funkcjonować na parkingach wydzielonych.



Rys. 3-12. Automat wydający bilety parkingowe
a — automat firmy „Universal”, b — bilety

W pierwszym wypadku mogą obsługiwać do 30 stanowisk, w drugim nawet ponad 100. Ograniczenie wynika z odległości, którą kierowca musi pokonać od samochodu do automatu biletowego i z powrotem (w celu umieszczenia biletu za szybą). Związana z tym niewygodą jest główną wadą tego rozwiązania.

Pomimo że automaty biletowe są urządzeniami znacznie bardziej skomplikowanymi od parkometrów, w sumie są one bardziej efektywne ekonomicznie, a także korzystniejsze pod względem estetycznym. Ponadto nie zachodzi tu potrzeba wyznaczania stanowisk jak w przypadku parkometrów. Z tych powodów automaty biletowe zyskują sobie w ostatnich latach popularność w miastach Europy Zachodniej.

Rogatki

Na parkingach wydzielonych i wielopoziomych operacje związane z pobieraniem opłat odbywają się na bramkach wjazdowych i wyjazdowych zwanych rogakami. Na rogatce wjazdowej następuje wypisanie lub automatyczne wydrukowanie biletu (data i godzina przyjazdu), a przy wyjeździe obliczenie wysokości opłaty zależnie od czasu postoju i pobieranie pieniędzy. W zależności od stopnia zautomatyzowania tych czynności rozróżnia się roгатki z obsługą (wszystkie czynności wykonywane ręcznie), półautomatyczne (automatyczne drukowanie biletu przy wjeździe) i w pełni automatyczne (zautomatyzowane pobieranie opłaty, wydawanie reszty itd.).

Rogatki są bardzo skuteczne, gdy chodzi o kontrolę — żaden kierowca nie może opuścić parkingu, jeśli nie ureguluje opłaty.

Na parkingach z rogakami czas postoju jest zwykle nieograniczony. Na parkingach zlokalizowanych w centrum jest stosowana natomiast czasami progresja opłat, która ma na celu racjonalizację wykorzystania miejsc. Specjalna odmiana takiego systemu opłat zastosowana została w La Rochelle (Francja), gdzie pierwsze dwie godziny postoju są bezpłatne, trzecia godzina kosztuje 5 franków, czwarta 20, piąta 100 itd. Taka taryfa opłat skutecznie ogranicza czas parkowania, a przy tym umożliwia bezpłatny postój większości użytkowników [26].

Opłaty na parkingach wydzielonych i wielopoziomowych mają sens dopiero wówczas, gdy wszystkie uliczne miejsca parkingowe są płatne lub przynajmniej, gdy jest kontrolowana prawidłowość parkowania. W przeciwnym razie parkingi te będą nie wykorzystane.

3.4.2 STREFY OGRANICZONEGO PARKOWANIA

Opisane uprzednio metody organizacji parkowania mogą być stosowane na pojedynczych parkingach czy odcinkach ulic lub też na większym obszarze zwanym wtedy strefą ograniczonego parkowania *).

Zasadą funkcjonowania strefy jest to, że wewnątrz niej wszystkie publiczne miejsca parkingowe są poddane ograniczeniom czasu i ewentualnie opłatom, w takiej czy innej formie. Objęcie kontrolą wszystkich parkingów na danym obszarze jest warunkiem efektywności polityki parkingowej, gdyż użytkownicy obszaru nie mają wtedy alternatywy parkowania bez ograniczeń.

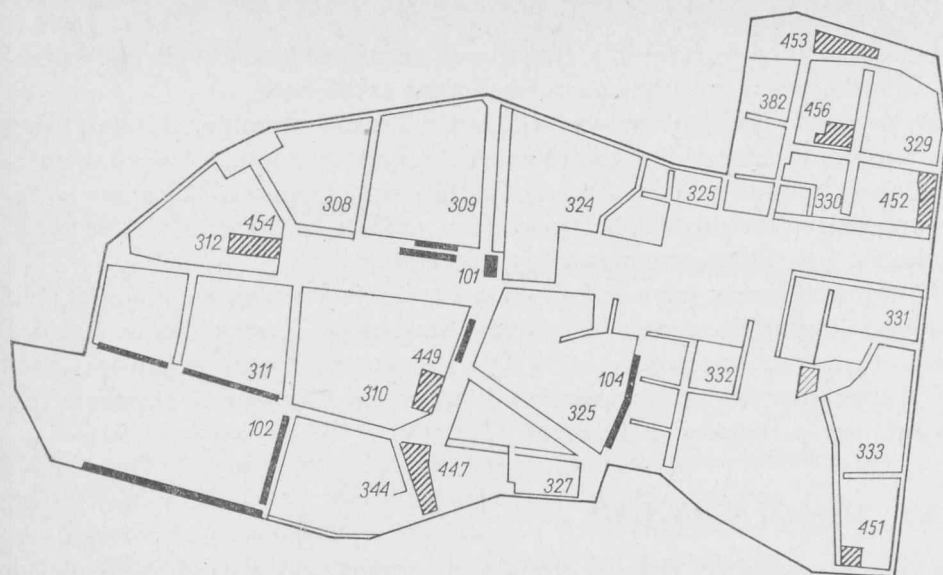
Strefy wprowadza się w obszarach centralnych dużych miast tam, gdzie istnieje wyraźna przewaga zapotrzebowania nad podażą miejsc oraz wysoki udział parkowania krótkotrwałego (por. tabl. 3-4). Wprowadzenie strefy musi być poprzedzone badaniami parkowania i analizą przestrzennego rozmieszczenia celów podróży **).

Strefa powinna obejmować obszar zwarty o wyraźnie określonych i oznakowanych granicach. W strefie mogą współistnieć różne formy organizacji parkowania. Na przykład w koncepcji systemu płatnego parkowania opracowanej w Instytucie Kształtowania Środowiska [27] przewidziano następujące elementy:

- samoobsługowy system biletowy na parkingach ulicznych (z ograniczeniem czasu), w drugim etapie zastępowany stopniowo przez automaty biletowe,
- roгатki półautomatyczne na parkingach wydzielonych (bez ograniczenia czasu).

*) W „Instrukcji o znakach i sygnałach na drogach” Ministerstwa Komunikacji pojawia się równoznaczne określenie „strefa ograniczonego postoju”. Przewidziano znaki drogowe dla oznaczenia początku i końca strefy.

***) Szczegółowe wytyczne prowadzenia badań parkingowych i projektowania stref ograniczonego parkowania zawierają opracowania Instytutu Kształtowania Środowiska [3] i [12].



- granica strefy ograniczonego parkowania
- sektory o płatnych miejscach postojowych przykrawężnikowych (parkometry)
- ▨ sektory o niepłatnych miejscach postojowych na placach wydzielonych
- ▩ sektory o płatnych miejscach postojowych na placach wydzielonych
- sektory o zdecydowanej przewadze przykrawężnikowych miejsc postojowych (niepłatnych)

Rys. 3-13. Projektowana strefa ograniczonego parkowania w śródmieściu Poznania [6]

Inne formy organizacji parkowania zaproponowano dla śródmieścia Poznania [6]. W strefie ograniczonego parkowania (rys. 3-13), której granice wyznaczono na podstawie analizy wyników badania parkingowego, założono generalne ograniczenie czasu do 2 godzin, kontrolowane za pomocą dysków parkingowych. W rejonach szczególnie atrakcyjnych przewidziano dodatkowo opłaty pobierane przez parkometry. Połączenie dwóch metod organizacji parkowania: dysków i parkometrów, zapewnia dużą elastyczność i selektywność systemu. Dodatkowo przewidziano w strefie płatne parkingi wydzielone bez ograniczenia czasu postoju.

Przy wprowadzaniu dużych stref ograniczonego parkowania poważnym problemem staje się parkowanie mieszkańców obszaru objętego strefą. Istnieje kilka sposobów rozwiązania tego problemu:

- rezerwowanie miejsc dla mieszkańców — może mieć miejsce na terenach niepublicznych (wnętra osiedli, podwórka) lub na parkingach wielopoziomowych, zbudowanych specjalnie dla mieszkańców,
- abonamenty, pozwalające na postój bez ograniczenia czasu i opłaty w miejscach, gdzie one obowiązują,

- płatne abonamenty (tygodniowe, miesięczne), pozwalające na postój bez ograniczenia czasu,
- parkingi — przechowalnie (strzeżone) poza granicami strefy dla mieszkańców, którzy nie użytkują samochodów codziennie.

W krajach o wysokiej motoryzacji uważa się za naturalne, że mieszkańcy korzystający ze specjalnie rezerwowanych miejsc parkingowych wnoszą opłaty, niejednokrotnie bardzo wysokie. Często opłaty te są wkalkulowane w cenie wynajmu mieszkań. Wspomniano już o wpływie tych kosztów na kształtowanie się wskaźników motoryzacji w śródmieściach.

Innym problemem, który należy uwzględnić przy projektowaniu stref, jest organizacja postoju dla: samochodów służbowych, samochodów ciężarowych oraz autobusów turystycznych. Dla wymienionych grup mogą być utworzone specjalne stanowiska i place postojowe lub też mogą oni stosować się do ogólnych przepisów i ograniczeń.

3.4.3 UWAGI KOŃCOWE

Omówione uprzednio metody organizacji parkowania nie wyczerpują listy stosowanych rozwiązań. Niekiedy stosowane jest tak zwane parkowanie przemienne po jednej stronie ulicy (dnie parzyste i nieparzyste). Celem tego rozwiązania jest sprawiedliwa obsługa obiektów zlokalizowanych po obu stronach ulicy, kiedy — ze względu na niewystarczającą szerokość jezdni — nie można zezwolić na obustronne parkowanie. Specjalne rozwiązania stosowane są w rejonach dworców kolejowych, autobusowych i lotniczych, chociaż i w tym przypadku mogą znaleźć zastosowanie rozwiązania opisane w punktach 3.4.1. i 3.4.2.

Niezbędnym warunkiem prawidłowego funkcjonowania każdego systemu organizacji w strefie ograniczonego parkowania jest istnienie służby parkingowej. Zadaniem funkcjonariuszy służby jest prowadzenie ciągłej inspekcji strefy i wykrywanie przypadków: parkowania w miejscu niedozwolonym, parkowania bez opłaty (o ile obowiązuje), przekroczenia maksymalnego czasu parkowania w strefie oraz prób oszustwa (np. wrzucanie do parkometrów niewłaściwych monet, powtórne wykorzystywanie biletów).

Jeden kontroler może nadzorować od 200 do 400 stanowisk, w zależności od przyjętego systemu. Wykryte przypadki łamania przepisów i ograniczeń są karane mandatami, bowiem powodzenie dowolnej polityki parkingowej, stosującej ograniczenia i opłaty, jest uzależnione od dyscypliny użytkowników^{*)}.

Tolerancja w stosunku do łamania przepisów i nieprzestrzegania ograniczeń prowadzi do obniżenia efektywności wprowadzonych rozwiązań.

^{*)} Najbardziej drastyczną sankcją jest wywożenie nieprawidłowo zaparkowanych samochodów na odległy od śródmieścia parking-przechowalnię. Samochód jest zwracany po opłaceniu — poza mandatem — kosztów transportu i przechowania.

LITERATURA DO ROZDZIAŁU 3

1. *Bentfeld B.*: Effect of Parking Policies on Traffic Volumes. *Traffic Engineering and Control*. vol. 12 nr 7/1970
2. *Better Towns with Less Traffic* — Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris 1975
3. *Blewoński Z., Olszewski P.*: Metody badań parkingowych i projektowania systemu parkingów. Warszawa, IKŚ, 1980 (maszynopis)
4. *Brierley J.*: Parking of Motor Vehicles. London, Applied Science Publishers Ltd, 1972
5. *Dumnicki J., Kreczmar J., Remisz L.*: Parkingi w miastach. Warszawa, WKŁ 1979
6. *Gostyński A., Heller-Gostyńska H., Olszewski P.*: Koncepcja organizacji parkowania w śródmieściu Poznania. Poznań. Biuro Planowania Przestrzennego w Poznaniu, 1979 (maszynopis)
7. *Jackson R.E.*: Parking Policy as an Integral Part of Urban Development Objectives. Waszyngton. Highway Research Record 474, 1973
8. *Jankowski S., Remisz L.*: Problemy parkingowe w Warszawie. Prace i Materiały TERN, zeszyt 21, Warszawa 1965
9. *May A.D.*: Traffic Management and Restraint by Parking Control in Greater London. Highway Research Record 474. Waszyngton 1973
10. Modele generacji i rozkładu przestrzennego ruchu w małych miastach — praca zespołowa. IKŚ Oddział w Krakowie, 1977 (maszynopis)
11. *O'Flaherty C. A.*: Highways. Edward Arnold, 1974
12. *Olszewski P., Wójcicki T.*: Wstępne wytyczne wdrożenia systemu płatnego parkowania. Warszawa, IKŚ 1978 (maszynopis powielony)
13. *Olszewski P.*: Zasady planowania systemu parkingów i organizacji parkowania w miastach. Warszawa, IKŚ 1980
14. *Parker G.B.*: A Method of Assessment of the Effects of Parking Policy on Traffic Movement. *Traffic Engineering and Control*, vol, 15, nr 1, 1973
15. Planowanie systemów transportu miejskiego. Warszawa, IKŚ 1976
16. *Rozkwitalska C.*: Miejskie urządzenia komunikacyjne i prognoza ich rozwoju. Warszawa, IKŚ 1975
17. *Sarna S.*: Wytyczne programowania i projektowania miejsc postojowych dla samochodów osobowych w m.st. Warszawie i Województwie Stołecznym Warszawskim dla okresów etapowego i docelowego. Warszawa. Biuro Planowania Rozwoju Warszawy 1980 (maszynopis powielony)
18. *Schultz G.*: Parkprobleme in Stadtzentren, Berlin, Deutsche Bauinformation 1968
19. *Smith W. and Associates*: Parking in the City Center New Haven, 1965
20. *Smith W. and Associates*: Transportation and Parking for Tomorrow's Cities. New Haven, 1966
21. Specyficzniejsze usłowania drożnowo dwizenija w gorodach. Stała Komisja Transportu RWPG (materiały robocze bez daty)
22. Stationnement dans les Zones Centrales. Ministere de l'Equipement. Paris, SETRA (bez daty)

23. *Szmaciński K., Sarna S., Kijek W.:* Koncepcja usprawnienia parkowania w m.st. Warszawie. Warszawa, BPRW 1977 (maszynopis)
24. *Techniques d'amélioration des conditions urbaines par la limitation de la circulation.* Paris, OECD, 1973
25. *Tenth International Study Week in Traffic and Safety Engineering. Theme VI — Effect of Parking Policies on Traffic Volumes,* Rotterdam 1970
26. *XVI-th World Road Congress — Reports on Question IV: Roads in Urban Areas.* Wiedeń, FIARC 1979
27. *Założenia systemu płatnego parkowania dla miast polskich — praca zbiorowa.* Warszawa, IKŚ 1976 (maszynopis)



Z 293079

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności — Warszawa 1983
Wydanie 1. Nakład 1800 + 200 egz. Ark. wyd. 10,55
Ark. druk. 8,25 (10,97A). Oddano do składania w styczniu 1983
Podpisano do druku i druk ukończono we wrześniu 1983
Papier powlek. kl. V 70 g 70×100 cm
Zamówienie P/163/82. K-9235
Zakłady Graficzne w Toruniu, ul. Katarzyny 4
Zam. 458. K-14.