

*Stanisław Mordwa*

## ZASTOSOWANIE GIS W BADANIACH PRZESTĘPCZOŚCI

Potrzeba zastosowania geograficznego podejścia do badań przestępczości została zauważona jeszcze w XIX w., kiedy stwierdzono, że przestępczość jest zjawiskiem, którego dystrybucja w przestrzeni nie jest równomierna. Obecnie w badaniach przestępczości geografia ma do odegrania zdecydowanie większą rolę niż tylko przedstawianie na mapach zróżnicowania przestrzennego liczby dokonywanych przestępstw. Poczynając od lat 70. ubiegłego wieku, w ramach geografii przestępczości rozwinęły się różne metody badawcze. Jedną z głównych podstaw tego rozwoju było niewątpliwie pojawienie się na szerszą skalę sprzętu komputerowego oraz ewolucja oprogramowania GIS. W artykule przedstawiono takie metody i techniki badań, jak: mapy tematyczne, analiza hot spotów, autokorelacja przestrzenna, regresja przestrzenna, ProMap – mapy przestępczości potencjalnej i profilowanie geograficzne.

**Słowa kluczowe:** *geografia przestępczości, badania przestępczości na świecie, Systemy Informacji Geograficznej, analizy przestrzenne przestępczości, Łódź*

### 1. Wprowadzenie

Celem artykułu jest zaprezentowanie przeglądu literatury, głównie anglosaskiej, którego dokonano pod kątem rozpoznania podejść koncepcyjno-teoretycznych i metodycznych stosowanych w przestrzennych analizach przestępczości. W przypadku niektórych z opisywanych metod przedstawiono również ich zastosowania na przykładzie badań przestępczości w Łodzi.

Już w XIX w. zauważono, że rozmieszczenie przestępczości w przestrzeni nie jest równomierne. Było to związane z działalnością twórców szkoły kartograficznej w kryminologii: L. Queteleta, A.-M. Guerry'ego i A. Balbi. W szczególności A.-M. Guerry, który razem z A. Balbim był twórcą pierwszych map przestępczości we Francji, poszukiwał związków między przestępczością a innymi cechami społecznymi i etycznymi ówczesnego społeczeństwa (np. samobójstwami, biedą, bogactwem, urodzeniami pozamałżeńskimi). Ponieważ metody statystyczne dopiero powstawały, swoje spostrzeżenia prezentował on na mapach tematycznych (Friendly 2007).

Niezwykle istotną pracę nad przestrzennymi aspektami rozmieszczenia przestępczości wykonali dwaj przedstawiciele tzw. szkoły chicagowskiej: C. Shaw

i H. McKay. W latach 30. XX w. zaznaczali oni na mapach miejsca zamieszkania młodocianych przestępców oraz miejsca popełnianych przez nich deliktów. Odkryli w ten sposób zależności przestrzenne między biednymi i zdegradowanymi obszarami miasta a miejscami aktywności przestępców. Odkrycia te były podstawą sformułowania jednej z najważniejszych teorii w socjologii – teorii dezorganizacji społecznej. Zgodnie z nią zachowania patologiczne jednostek wynikają nie tylko z ich indywidualnych cech, ale także z ogólniejszego kontekstu społeczno-kulturowego obszaru, z którym są oni związani (Chainey, Ratcliffe 2005).

Osiągnięcia ekologii społecznej ułatwiły szersze spojrzenie innych badaczy na problemy badań przestępczości. Zauważono, że koncentrowanie się wyłącznie na ich psychologicznych i socjologicznych aspektach nie daje zadowalającego efektu wyjaśniającego. Tak więc – jak to ujęli P.J. i P.L. Brantinghamowie (1981) – każde przestępstwo należy rozpatrywać w czterech wymiarach: prawnym (gdy przepisy prawa zostaną złamane), wiktyimizacyjnym (musi być ofiara, czyli ktoś lub coś zostaje celem czynu), sprawcy (ktoś dokonuje przestępstwa) oraz przestrzennym (w którym delikty są dokonywane).

Począwszy od lat 70. XX w., kiedy w USA GIS dopiero zaczynał się rozwijać, powstał dobry klimat dla współpracy przedstawicieli różnych środowisk naukowych i praktyków. Coraz powszechniejsze i posiadające większe możliwości obliczeniowe komputery dały impuls do rozwoju przyszłego oprogramowania GIS. W tym celu wykorzystano wiedzę i teorie geografów dotyczące analiz przestrzennych oraz wyjaśniające teorie kryminologiczne (szczególnie z zakresu właśnie rozwijającej się kryminologii środowiskowej). Instytucją, która koordynowała spotkanie geografów, kryminologów, praktyków policyjnych i prokuratury oraz informatyków, był National Institute of Justice w Stanach Zjednoczonych. Nadzorował on projekt Crime Mapping Research Center – CMRC (od 2002 r. – Mapping and Analysis for Public Safety – MAPS). Efektem tej współpracy był rozwój wielu metod badań i analiz przestępczości, które w łatwy sposób były wdrażane również do praktycznych działań operacyjnych (np. do 2000 r. wszystkie większe agencje w USA wykorzystywały już GIS do analiz przestępczości, a w poszczególnych miastach wdrożono GIS-owskie systemy policyjne: CompStat, CitiStat, COMSTAT), a także rozwój samego GIS. Podobną, ważną inicjatywą adaptacji GIS w badaniach i praktyce policyjnej na Starym Kontynencie był projekt Crime and Disorder Reduction Partnership (CDRPs) z Wielkiej Brytanii. Wzmocnienie znaczenia analiz przestrzennych w badaniach przestępczości było możliwe dzięki G.F. Rengertowi (1981, 1989), J.L. LeBeau'owi (1987) i K.D. Harriesowi (1974, 1980), którzy do analiz kryminologicznych wprowadzili narzędzia GIS i oprogramowanie do przestrzennych analiz statystycznych. Współczesny GIS to system informatyczny, który pozwala łączyć wiele różnych warstw informacyjnych, mających

referencje przestrzenne. Poszczególne warstwy (np. obszarów rewitalizowanych, demograficzna, transportowa, użytkowania terenów) mogą być nakładane na informacje dotyczące przestępczości (natężenie przestępstw, tereny wytypowane do zredukowania patologii) (Chainey, Ratcliffe 2005, s. 39).

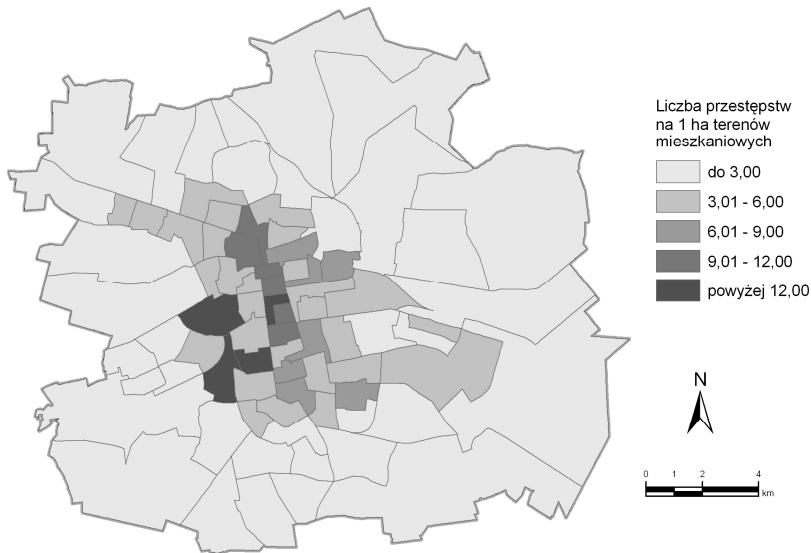
Obecnie nikogo już nie powinna dziwić obecność geografów wśród badaczy przestępczości. Jak podają S. Chainey i J. Ratcliffe (2005, s. 1), analiza miejsca popełnienia zbrodni odgrywa współcześnie istotną rolę dla zrozumienia przyczyn przestępczości, ale także dla opracowania sposobów jej likwidacji. Stąd zaangażowanie współczesnej geografii w badania przestępczości skierowane są nie tylko na przedstawianie, ale także interpretację i rozumieniem związków między przestępczością i przestrzenią (Herbert 1989, s. 11). Według D. Herberta, geografia przestępczości, oprócz identyfikacji miejsc charakteryzujących się większym nasileniem deliktów, bada także właściwości tych miejsc. W dalszej części tego opracowania zostaną przedstawione następujące metody analizy przestępczości: mapy tematyczne, analiza hot spotów, autokorelacja przestrzenna, regresja przestrzenna, profilowanie geograficzne, mapy przestępczości potencjalnej, scharakteryzowane także przez R.E. Wilsona i K.M. Filbert (2008) oraz M. Goldschneider (2010). Są one dostępne w różnych programach GIS (ArcMap 9.3, MapInfo 8.5, CrimeStat III, GeoDa 1.0 i inne). Polska literatura poświęcona przestrzennym analizom przestępczości jest już dosyć bogata, choć jej wartość jest głównie faktograficzna (szerszy przegląd tych prac można znaleźć w książce S. Mordwy z 2013 r.). Zastosowane w nich techniki GIS sprowadzają się do konstruowania map tematycznych.

## 2. Mapy tematyczne

Mapy tematyczne, zarówno jakościowe, jak i ilościowe, są chyba najbardziej popularnymi typami wykreślanych map. Ich zastosowanie pozwala na przedstawienie w zrozumiałym sposób wybranych zagadnień. Zastosowanie mapy jako metody przedstawienia różnych typów informacji pomaga uzyskać efekt porównania jednostek przestrzennych.

Zalety korzystania z oprogramowania GIS widoczne są już przy próbach budowy najprostszych map tematycznych dotyczących przestępczości. Wynika to z faktu, iż dane o przestępczości na niższych niż gmina poziomach agregacji można pozyskać wyłącznie w odniesieniu do jednostek wykorzystywanych przez policję. Dane, które mogą być związane z przestępczością (np. o ludności czy formach użytkowania terenu), należy zatem dostosować do granic policyjnych. Pomocne przy tym okazują się wbudowane w programy GIS (np. ArcMap 9.3) techniki zliczania właściwości obiektów według filtrów przestrzennych lub rozcinania warstw. Przykładem zastosowania tych technik może być mapa (rys. 1), opracowana na podstawie policyjnej warstwy z liczbą przestępstw oraz kilku

warstw obrazujących rozmieszczenie różnych typów terenów mieszkaniowych w mieście.



Rys. 1. Gęstość przestępstw ogółem w Łodzi w 2009 r. według sektorów policyjnych  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Komendy Miejskiej Policji i Urzędu Miasta Łodzi

W dalszej perspektywie narzędzia GIS pozwalają w szybki sposób odnosić dane o poszczególnych kategoriach przestępstw do zjawisk/warstw z nimi związanych, np. liczbę kradzieży mieszkaniowych można powiązać z rozmieszczeniem terenów mieszkaniowych, a liczbę rozbojów oraz bójek i pobić skorelować np. z rozmieszczeniem całodobowych sklepów sprzedających alkohol.

### 3. Analiza hot spotów

Hot spoty to miejsca charakteryzujące się znaczną, wyższą niż przeciętnie koncentracją przestępstw. W przeciwieństwie do nich, cold spoty to miejsca, które są prawie (lub zupełnie) pozbawione przestępczości. Hot spoty charakteryzują się niewielkimi rozmiarami, znaczną liczbą dokonanych deliktów oraz tym, że nie są stałe (jeśli dzięki pracy policji spadnie liczba przestępstw, to wówczas takie miejsce nie jest już hot spotem, aczkolwiek nadal może być tak postrzegane przez mieszkańców i policję; Maltz i in. 2000, s. 41).

Występowanie hot spotów w przestrzeni próbuje się wyjaśnić na gruncie teorii działań rutynowych, a wnioski z niej wynikające przekłada się na język algorytmów implementowanych do różnych programów GIS. Teoria działań rutynowych próbuje wyjaśnić, dlaczego przestępstwa występują w określonych

miejscach i w określonym czasie. Według jej autorów przestępstwo jest skutkiem wystąpienia trzech okoliczności: zmotywowanego sprawcy, odpowiedniego celu lub ofiary oraz miejsca pozbawionego dozoru. Ponadto stwierdza się, że przestępcy wybierają (bądź znajdują) swoją ofiarę podczas swoich rutynowych działań, takich jak podróż do pracy, do domu, na zakupy. W celu popełnienia deliktu przestępcy nie oddalają się zbyt daleko od miejsc, z którymi są związani (Cohen, Felson 1979). Jeśli zatem na jakimś obszarze nastąpi koncentracja osób o określonych cechach (młodzi mężczyźni, narkomani, bezrobotne starsze osoby) i mających motywację do popełnienia przestępstwa, to obszar ten ma szansę stać się hot spotem przestępczości. Stanie się tak, jeśli zmotywowany przestępca spotka na swojej drodze bezbronny cel. Zgodnie z osiągnięciami współczesnej kryminologii środowiskowej uważa się także, że pewne cechy samego miejsca mogą niejako przyciągać przestępców i czyny przez nich popełniane. Poznanie tych cech oraz skonstruowanie odpowiednich programów GIS pozwala na wskazanie takich miejsc w przestrzeni.

W literaturze opisano różne sposoby odnajdywania hot spotów, które generalnie należą do grupy statystyk przestrzennych. Najczęściej stosowane są takie techniki, jak: powierzchniowe gęstościowe (Levine 2010, Ratcliffe 2010), kartogramy ilorazów lokalizacji (Brantingham, Brantingham 1995, 1997, Andersen i in. 2009), lokalne wskaźniki autokorelacji przestrzennej LISA (Cracolici, Uberti 2009, Ratcliffe 2010, Erdogan i in. 2011, Mordwa 2011), czy grupowanie hierarchiczne metodą najbliższego sąsiada (Levine 2010).

Ciekawy przykład identyfikowania hot spotów w przestrzeni miasta można znaleźć w publikacji D.F. Higginsa (2003). Stosując różne oprogramowanie (ArcGIS, CrimeStat) i rozpatrując różne techniki, wskazuje on na lepszą skuteczność metody gęstościowej (*kernel density estimate*) w wykrywaniu hot spotów, np. miejsc kradzieży rowerów w mieście Beaufort w Illinois.

#### 4. Autokorelacja przestrzenna

Autokorelacja przestrzenna (zależność przestrzenna) występuje wtedy, gdy badane zjawiska w jednej jednostce przestrzennej powodują zwiększanie się lub zmniejszanie prawdopodobieństwa występowaniem tych zjawisk w jednostkach sąsiednich (Bivand 1980, s. 23). Zjawisko to związane jest z pierwszym prawem geografii W. Toblera (1970, s. 236), który stwierdził, że: „w przestrzeni wszystko jest związane ze wszystkim innym, przy czym bliższe rzeczy są bardziej związane niż rzeczy odległe” (obserwacja Toblera dotyczyła opisu modeli gravitacji). Występowanie autokorelacji przestrzennej wiąże się z następującymi tezami: 1) wymiar społeczno-ekonomiczny działalności ludzkiej jest kształtowany przez odległość i lokalizację, 2) aktywność człowieka nie jest ograniczona do określonych jednostek przestrzennych. Ich granice nie stanowią granic tej

aktywności. Stąd w jednostkach sąsiednich można spotkać podobne zjawiska społeczno-ekonomiczne.

W ujęciu praktycznym autokorelacja przestrzenna oznacza „stopień skorelowania obserwowanej wartości zmiennej w danej lokalizacji z wartością tej samej zmiennej w innej lokalizacji” (Suchecki 2010, s. 103). Badanie autokorelacji przestępczości polega na wykrywaniu obecności skupień zdarzeń kryminalnych lub ich brak. Sytuację, w której ujawnione zostanie przestrzenne skupianie się wysokich (lub niskich) wartości badanej zmiennej, nazwiemy autokorelacją dodatnią. Korelacja ujemna zachodzi, gdy wysokie wartości obserwacji otoczone są wartościami niskimi (i na odwrót), natomiast brak autokorelacji należy utożsamiać z losowym rozmieszczeniem wysokich i niskich wartości zjawiska.

Niezwykle istotną rolę w przypadku badania autokorelacji i regresji przestrzennej ma konstrukcja macierzy wag. Ich sporządzenie jest niejako realizacją założenia, że siła wpływu występowania jakiegoś zjawiska w jednej jednostce na jego występowanie w jednostce sąsiedniej lub pobliskiej wynika z relacji przestrzennych (badania odległości). Na podstawie macierzy odległości lub sąsiedztwa mogą być skonstruowane różne typy macierzy wag. Pod uwagę mogą być brane różne kryteria oceny sąsiedztwa: istnienie wspólnej granicy, długość wspólnej granicy, odległość między obiektami lub odwrotność tej odległości (Bivand 1980). Wobec intensywności kontaktów o charakterze społeczno-przestrzennym przyjmuje się, że najlepsze efekty w przypadku analizy zjawisk przestępczych daje konstrukcja macierzy w tzw. relacji „królowej”<sup>1</sup> (Anselin i in. 2000).

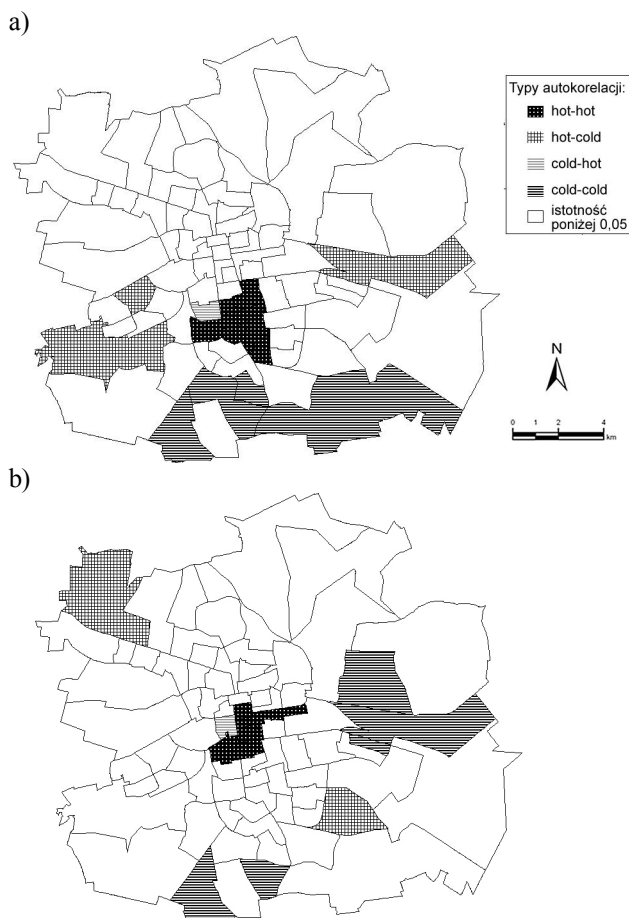
Autokorelację można rozpatrywać na poziomie ogólnym (globalnym) i lokalnym. Wykrywanie globalnej autokorelacji przestrzennej odbywa się zazwyczaj za pomocą wskaźników: *I* Morana, *C* Geary’ego lub *G* Getisa i Orda (Suchecki 2010, s. 107). Najczęściej stosowana jest statystyka *I* (wartości zazwyczaj zawierają się w przedziale -1;1; gdzie 1 oznacza wysoką autokorelację dodatnią, -1 autokorelację ujemną, a 0 – brak autokorelacji), aczkolwiek wydaje się, że lepsze właściwości wyjaśniające ma statystyka *G* (daje możliwość rozróżnienia, czy mamy do czynienia ze skupieniami wartości wysokich, czy niskich).

Niezależnie od badania autokorelacji globalnej informacje należy przeanalizować również pod kątem statystyk lokalnej autokorelacji przestrzennej (Anselin 1995). Wskaźniki lokalne skonstruowane są podobnie jak miary globalne, z tą różnicą, że konstruowane są oddzielnie dla każdej jednostki przestrzennej (w przypadku statystyk LISA, czyli lokalne *I* oraz lokalne *C*, istnieje proporcjonalność między sumą miar lokalnych i miarą globalną). Istotne statystycznie miary lokalnej autokorelacji dla poszczególnych jednostek można

---

<sup>1</sup> W macierzy tej sąsiedzi danej jednostki zdefiniowani są poprzez posiadanie wspólnej granicy lub choćby jednego wierzchołka z tą jednostką przestrzenną badanego obszaru (Bivand 1980).

przedstawić na mapie, co pozwala na zidentyfikowanie hot spotów w analizowanej przestrzeni (rys. 2).



Rys. 2. Autokorelacja przestrzenna zabójstw (a) oraz bójek i pobić (b) w Łodzi w latach 2006–2009 według sektorów policyjnych

Źródło: opracowanie własne za pomocą programu OpenGeoDa™ 1.0.1 na podstawie danych Komendy Miejskiej Policji w Łodzi

W przypadku badania autokorelacji przestrzennej ogółu przestępstw w Łodzi okazało się, że zjawisko to wykazuje bardzo słabą skłonność do skupiania się ( $I = 0,1134$ ). Na podstawie statystyk LISA dało się jednak wyodrębnić sąsiedztwo sektorów policyjnych o wysokim natężeniu przestępczości (obszary typu *hot-hot*; w Łodzi to sektory leżące w Centrum); oraz sąsiadujące ze sobą obszary o niskim jej natężeniu (*cold-cold*; Ruda oraz Retkinia-Smulsko). Jednakże poszczególne rodzaje przestępstw wykazują odmienne skłonności do autokorelacji niż ogół przestępstw. Na rysunku 2 pokazano, że w przypadku

takich czynów jak zabójstwa (globalne  $I = 0,3137$ ) czy bójki i pobicia ( $I = 0,3494$ ) mamy do czynienia z przeciętną autokorelacją, która w dodatku pozwala na wskazanie odmiennych obszarów poważnego zagrożenia tymi czynami.

Często obszary typu *hot-hot* utożsamiane są z hot spotami wysokiej przestępczości (Cracolici, Uberti 2009, Ratcliffe 2010, Erdogan i in. 2011). Badanie skupień przestępczości daje nam obraz miejsc, w których dokonywanych jest wiele deliktów, ale nie daje wyjaśnienia, dlaczego niektóre miejsca są bardziej kryminogenne od innych. W tym celu należy zbadać regresję przestrzenną.

## 5. Regresja przestrzenna

Techniki regresji liniowej oparte na metodzie najmniejszych kwadratów od dawna służą już do konstruowania modeli wyjaśniających zależności występujące między różnymi zmiennymi. Tak zbudowane modele nie uwzględniają jednak zależności przestrzennych. A jeżeli przestrzenna autokorelacja badanych zmiennych zostanie stwierdzona, to wówczas w modelu regresji powinien być uwzględniony również tzw. efekt przestrzenny. W przeciwnym wypadku sporządzone modele muszą okazać się mniej efektywne.

Techniki regresji przestrzennej rozwinięte przez L. Anselina (2002), podobnie jak w przypadku autokorelacji przestrzennej, bazują na macierzach wag, czyli uwzględniają sąsiedztwo i położenie jednostek przestrzennych. Przestrzenne podejście do badania regresji polega na wykryciu efektów przestrzennych cech zależnych (nazywanych opóźnieniem przestrzennym) i cech niezależnych (błąd przestrzenny). Zgodnie z koncepcją Anselina, jeśli zostaną zidentyfikowane opóźnienia bądź błędy przestrzenne, to model regresji zostanie tak dopasowany, aby te przestrzenne efekty nazbyt nie oddziaływały na siłę wyjaśniającą uzyskanego modelu regresji.

Przykład uwzględniający badanie regresji przestrzennej zjawisk przestępczych można znaleźć w pracy S. Mordwy (2011). Cytowane badanie dotyczyło wpływu wybranych cech o charakterze demograficznym na liczbę różnych kategorii kradzieży w Łodzi. W modelu regresji przyjętych zmiennych na liczbę kradzieży kieszonkowych stwierdzono istotny wpływ przesunięć przestrzennych (choć  $R^2$  wyniósł tylko 13,7%). Skonstruowano zatem model, w którym wyeliminowano te przesunięcia ( $pseudo-R^2 = 16,3\%$ ). Ponieważ w modelu eliminującym czynnik przestrzenny stwierdzono istotność tylko jednej zmiennej niezależnej (gęstości zaludnienia), opracowano kolejny model regresji, który uwzględniał tylko tę jedną zmienną oraz przesunięcia przestrzenne. Uzyskany model ze względu na wartości współczynników informacyjnych okazał się najlepiej dopasowany, chociaż jego moc wyjaśniająca nadal pozostała na niskim poziomie ( $pseudo-R^2 = 16,7\%$ ). Regresja gęstości zaludnienia na liczbę kradzieży kieszon-



kowych ostatecznie została określona modelem o parametrach zawartych w tabeli 1. Na podstawie modelu z tabeli 1 oszacowano następnie liczbę kradzieży w poszczególnych sektorach policyjnych w Łodzi oraz reszty z regresji (jako różnice między liczbą kradzieży faktycznie zarejestrowanych a wartością oszacowaną na podstawie modelu).

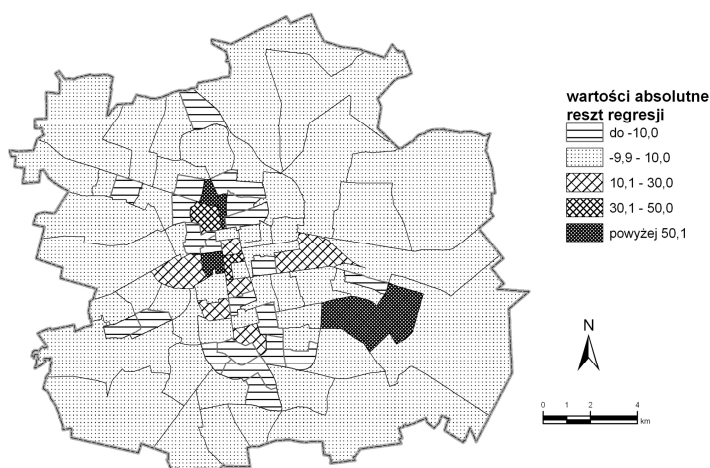
Tabela 1

Parametry najlepiej dopasowanego modelu regresji zmiennych demograficznych na kradzieże kieszonkowe w Łodzi w latach 2006–2009 (uwzględniający przesunięcia przestrzenne)

Zmienne niezależne/parametry	Zmienna zależna – liczba kradzieży kieszonkowych
Stała	<b>4,708</b>
Gęstość zaludnienia	<b>0,110</b>
Współczynnik przesunięcia przestrzennego	<b>0,261</b>
$R^2$	-
Pseudo- $R^2$ (w %)	16,7
Statystyka $F$	-
Logarytm funkcji wiarygodności	-379,985
Kryterium informacyjne Akaike'a	765,970
Kryterium informacyjne Schwarz'a	773,153

Uwaga: wytłuszczono wartości istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05.

Źródło: obliczenia własne w programie GeoDa™ 0.9.5-i na podstawie danych KMP w Łodzi.



Rys. 3. Reszty z regresji dla liczby kradzieży kieszonkowych dokonanych w Łodzi w latach 2006–2009 według sektorów policyjnych

Źródło: opracowanie własne za pomocą programu OpenGeoDa™ 1.0.1 na podstawie danych Komendy Miejskiej Policji w Łodzi

Rozkład reszt regresji zaprezentowany na rysunku 3 wskazuje na rozmieszczenie sektorów policyjnych, w których występuje znaczna nadwyżka liczby kradzieży kieszonkowych obserwowanych nad przewidywanymi zgodnie z modelem (Thomas 1973).

## 6. Profilowanie geograficzne

Profilowanie geograficzne często jest traktowane jako element profilowania psychologicznego. Technika ta pozwala na wyznaczenie najbardziej prawdopodobnych miejsc, z którymi związany jest sprawca czynu (bardzo często jest to miejsce zamieszkania lub miejsce pracy, ale nie jest to regułą). Po ustaleniu zatem profilu psychologicznego sprawcy policja dostaje dodatkowe informacje, które pozwalają poważnie zawęzić działania operacyjne.

Stosowanie profilowania geograficznego ma jednak poważne ograniczenia. Technika ta ma bowiem zastosowanie tylko w przypadku przestępstw seryjnych, czyli wtedy, gdy zostanie ustalone, że określonego zestawu czynów dokonał ten sam sprawca. Błędne przypisanie czynu do sprawcy powoduje poważne zaburzenia w efektywności działania modelu profilowania. W profilowaniu bierze się pod uwagę szereg lokalizacji przestępstw seryjnych i tworzy się teoretyczną przestrzeń, która identyfikuje każdy możliwy punkt zaczepienia w poszukiwaniu sprawców, np. zabójstw, gwałtów czy włamań (Rossmo 2000, Canter 2003, Chaaney, Ratcliffe 2005).

Techniki profilowania geograficznego mają bardzo poważną podbudowę teoretyczną. Do najważniejszych wykorzystywanych teorii należy zaliczyć wspomnianą już teorię działań rutynowych (Cohen, Felson 1979), a także teorię racjonalnego wyboru, wzorzec przestępczości, teorię dezorganizacji społecznej (Chaaney, Ratcliffe 2005), procedurę drogi-do-przestępstwa czy hipotezę okręgu (Canter, Larkin 1993).

Teoria racjonalnego wyboru bazuje na XVII-wiecznej koncepcji z dziedziny ekonomii. Zgodnie z nią przestępcy myślą racjonalnie i podejmują racjonalne decyzje. Uwzględniają oni zagrożenie i ryzyko popełnienia przestępstwa, ale także potrafią oszacować spodziewane zyski. Mimo że działają w sytuacji ograniczonej czasem i w stresie, mają ograniczoną percepcję i nie korzystają ze wszystkich dostępnych informacji, ich działania można uznać za racjonalne. Zgodnie z takim podejściem popełniane przestępstwo można traktować jako celowe i świadome działanie, które służy zaspokojeniu różnych potrzeb sprawcy, który podejmuje decyzje (Clarke, Felson 1993).

Wzorzec przestępczości został opracowany przez P.L. i P.J. Brantinghamów (1981), którzy dokonali niejako połączenia teorii racjonalnego wyboru i działań rutynowych z przestrzenią geograficzną. We wzorcu tym ujęte są interakcje, jakie zachodzą między przestępcami a ich fizycznym i społecznym otoczeniem.

Zakłada się, że miejsca zamieszkania przestępców znajdują się w centrum obszaru ich przestępczej aktywności. Tereny wokół niejako wysyłają pewne sygnały, które są interpretowane przez sprawców jako miejsca odpowiednie dla popełnienia określonego czynu, bezpieczne z ich punktu widzenia. Wraz ze wzrostem doświadczenia przestępczego, proprzestępcze własności przestrzeni obierane są przez kryminalistów coraz bardziej intuicyjnie, co przyspiesza decyzję o popełnieniu przez nich deliktu. Autorzy wzorca przestępczości zakładają, że poznanie schematu tego wzorca jest możliwe, co z kolei pozwoli na zidentyfikowanie w przestrzeni miejsc zagrożonych przestępstwami (Eck, Weisburd 1995).

Procedura drogi-do-przestępstwa wielokrotnie wykazała, że obowiązuje zasada najmniejszego wysiłku, i że sprawcy należy poszukiwać w najbliższym otoczeniu przestrzennym i społecznym rozpatrywanego zdarzenia (np. więcej niż połowa włamywaczy do mieszkań jest skłonna pokonać nie więcej niż 1/2 mili z ich miejsca zamieszkania do miejsca przestępstwa; Chainey, Ratcliffe 2005). Procedura ta często sprowadzana jest do czysto matematycznego algorytmu poszukiwania miejsca związanego ze sprawcą, algorytmu, który wykorzystuje zasadę zaniku odległości (Rich, Shively 2004).

Do profilowania geograficznego najczęściej wykorzystuje się trzy modele: RIGEL (stworzony przez K. Rossmo), DRAGNET (D. Canter) i CrimeStat (N. Levine). Punktem wyjścia w tych modelach jest wprowadzenie poprzez systemy informacji przestrzennych lokalizacji miejsc dokonanych przestępstw. Zastosowanie w następnych etapach kompilacji różnych metod analiz przestrzennych tych miejsc oraz informacji związanych z danym typem przestępcy (np. sprawcy poszczególnych typów deliktów mają różne cechy społeczno-demograficzne) prowadzi do wyznaczenia na mapie najbardziej prawdopodobnych obszarów, z którymi jest związany sprawca (Rich, Shively 2004). Znakiem podręcznikiem dotyczącym zasad sporządzania profili geograficznych jest praca K. Rossmo (2000). W tej książce na przykładach przedstawia się dochodzenie do wskazania miejsc w przestrzeni miasta, z którymi związani byli seryjni mordercy, gwałciciele, włamywacze, sprawcy rozbojów czy podpalacze. Przedstawione są sporządzone mapy z zaznaczonymi miejscami prawdopodobnie związanymi z poszukiwanymi przestępstwami. Lokalizacja ujętych później sprawców w zasadzie pokrywała się z miejscami wskazanymi przez Rossmo.

W warunkach polskich w niektórych miastach (np. w Krakowie – Mydel, Kozimor 1989) w celach naukowych można było pozyskać dane adresowe miejsc, w których dokonano przestępstw, jak również dane dotyczących lokalizacji sprawców czynów; ale w takich miastach jak Łódź spotkano się z wyraźną odmową udostępnienia takich informacji (można pozyskiwać tylko dane zagregowane na poziomie sektorów policyjnych – z rejestru policyjnego KSIP). Konstruowanie profili geograficznych jest zatem póki co niemożliwe (tym

bardziej, że potrzebne byłyby dokładne informacje o tym, które przestępstwa zostały popełnione przez konkretne osoby). Uwaga ta dotyczy także map przestępczości potencjalnej.

## 7. Mapy przestępczości potencjalnej

Technologia ProMap (*prospective mapping*), w największym skrócie ujmując, pozwala na wskazanie tych miejsc, w których popełnienie danego rodzaju przestępstwa ma największe prawdopodobieństwo. Podobnie jak w przypadku profilowania geograficznego, wykorzystuje się tutaj teorie działań rutynowych, racjonalnego wyboru, wzorca przestępczości czy procedurę drogi-do-przestępstwa. Zakłada się bowiem, że w okolicy miejsca, w którym dokonano jakiegoś czynu, przez pewien czas będzie utrzymywało się zwiększone prawdopodobieństwo zajścia podobnego zdarzenia. W zależności od typu deliktu przewiduje się, jaki obszar naznaczony jest zwiększonym zagrożeniem oraz jak długo zagrożenie to będzie się utrzymywać. Zastosowanie ProMap wymaga zatem dużego doświadczenia i dobrego rozpoznania specyfiki czynu.

Przykład zastosowania ProMap można znaleźć w raporcie S. Johnsona z zespołem (2007). Autorzy tego opracowania dokonali analizy włamań w regionie East Meadlands w Wielkiej Brytanii. Na wstępie stwierdzili, że włamania są rozmieszczone w przestrzeni miasta nierównomiernie (występują skupienia), chociaż ich rozmieszczenie w czasie jest względnie stałe. Następnie korzystając z metod rozwiniętych na gruncie epidemiologii oraz symulacji Monte Carlo uznali, że włamania są zjawiskiem „zaraźliwym” – gdyż występują bardzo blisko siebie zarówno w przestrzeni, jak i w czasie. Określono także dwa parametry dotyczące czasu i obszaru prawdopodobieństwa dokonania następnego włamania. W efekcie dokonano prognozy, zgodnie z którą istniało duże prawdopodobieństwo, iż kolejne włamanie zostanie dokonane w przeciągu miesiąca w promieniu 400 m od aktualnie stwierdzonego, a także, że dojdzie do niego o podobnej porze dnia. W rezultacie na podstawie zastosowanych procedur obliczeniowych i modeli udało się przewidzieć miejsca 78% włamań, które nastąpiły w ciągu następnego tygodnia w regionie East Meadlands.

## 8. Zakończenie

Zjawisko przestępczości jest bardzo interesującym problemem do badań przy zastosowaniu technik GIS. Rozwój wiedzy, nowych technologii i metod daje duże możliwości analityczne. Zastosowanie zaprezentowanych metod badań może przyczynić się do lepszego rozpoznania i wykrycia patologii trapiących nasze społeczeństwo, a także daje przesłanki podjęcia działań prewencyjnych.

Oprócz walorów poznawczych badania nad przestępczością za pomocą GIS mają zatem swój ważny aspekt praktyczny.

Poczynając od badań powstających pod wpływem osiągnięć ekologicznej szkoły chicagowskiej, można obserwować również w pracach geografów stałą obecność problematyki przestępczości w badaniach miast. Obecnie, ze względu na ograniczony w Polsce dostęp do danych o innych zjawiskach i strukturach społecznych badania rozmieszczenia zjawisk patologicznych w miastach (w tym dotyczące przestępczości, ubóstwa czy bezrobocia) stanowią bardzo silny nurt w geografii społecznej, dając niejako pośredni obraz dysproporcji społecznych występujących w przestrzeni miast. Jak to zauważyła I. Sagan (2004), we współczesnych społecznych badaniach miast zwraca się bowiem uwagę na wzrastające rozwarstwienie społeczne, którego konsekwencją jest także segregacja przestrzenna grup społecznych charakteryzujących się różnymi dochodami (wysoko kwalifikowani specjaliści – słabo opłacani robotnicy). Koncentracji przestrzennej osób bezrobotnych lub o niskich dochodach towarzyszy coraz częściej wzrost natężenia na tych obszarach różnych zjawisk patologicznych, w tym związanych z przestępczością, przemocą, wandalizmem, czyli leżących w kręgu zainteresowań geografii przestępczości. Wzbogacenie dotychczasowych badań o nowe metody – jakie oferuje GIS – może niewątpliwie pomóc w lepszym diagnozowaniu patologicznych zjawisk społecznych, co jest niezwykle istotne z punktu widzenia efektywnego zarządzania miastem. A konieczność zapewnienia bezpiecznych przestrzeni (głównie mieszkaniowych) i spokojnego życia mieszkańcom staje się obecnie ważnym i narastającym problemem w miastach.

Na koniec rozważań o zastosowaniu GIS w badaniach przestępczości należy odnieść się do tytułu Konferencji „GIS w nauce”, która miała miejsce na Wydziale Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego w 2012 r. Na podstawie poruszanych kwestii można stwierdzić, że GIS stanowi zespół technik i narzędzi badawczych, wykorzystywanych w rozwiązywaniu problemów stawianych przez np. geografę, historię czy biologię. Jednak na podstawie tego opracowania należy dodać, że GIS stanowi także odrębną naukę. W badaniach przestępczości korzysta się z dorobku teoretycznego i metodologicznego wielu nauk, a GIS stworzył nie tylko środowisko oprogramowania łączącego ten dorobek, ale pozwolił na zaprojektowanie, rozwój i praktyczne wykorzystanie zupełnie nowych narzędzi i metod. A to już są cechy samodzielnej nauki. Pomimo swoich interdyscyplinarnych źródeł GIS stanowi już metodologicznie dojrzałą (choć ciągle jeszcze dojrzewającą) dyscyplinę wiedzy. Jak to napisał T.S. Kuhn (2001, s. 34): „pewne akceptowane wzory faktycznej praktyki naukowej – wzory obejmujące równocześnie prawa, teorie, zastosowania i wyposażenie techniczne – tworzą model, z którego wyłania się jakaś szczególna, zwarta tradycja badań naukowych”.

## Literatura

- Andresen M.A., Wuschke K., Kinney J.B., Brantingham P.J., Brantingham P.L., 2009, *Cartograms, crime, and location quotients*, „Crime Patterns and Analysis”, 2 (1), s. 31–46.
- Anselin L., 1995, *Local indicators of spatial association – LISA*, „Geographical Analysis”, 27, s. 93–115.
- Anselin L., 2002, *Under the hood: issues in the specification and interpolation of spatial regression models*: <http://sal.uiue.edu/users/anselin/papers.html>.
- Anselin L., Cohen J., Cook D., Gorr W., Tita G., 2000, *Spatial analyses of crime*, [w:] Duffee D. (red.), *Measurement and analysis of crime and justice*, NCJRS, Rockville.
- Bivand R., 1980, *Autokorelacja przestrzenna a metody analizy statystycznej w geografii*, [w:] Chojnicki Z. (red.), *Analiza regresji w geografii*, PWN, Poznań, s. 23–38.
- Brantingham P.J., Brantingham P.L. (red.), 1981, *Environmental criminology*, Sage Publications, Beverly Hills.
- Brantingham P.J., Brantingham P.L., 1995, *Location quotients and crime hotspots in the city*, [w:] Block C., Dabdoub M., Fregly S. (red.), *Crime analysis through computer mapping*, Police Executive Research Forum, Washington.
- Brantingham P.J., Brantingham P.L., 1997, *Mapping crime for analytic purposes: location quotients, counts and rates*, [w:] Weisburd D., McEwen T. (red.), *Crime mapping and crime prevention*, Criminal Justice Press, Monsey, s. 263–288.
- Canter D., 2003, *Mapping murder: the secrets of geographic profiling*, Virgin Publishing, London.
- Canter D., Larkin P., 1993, *The environmental range of serial rapists*, „Journal of Environmental Psychology”, 13, s. 63–69.
- Chainey S., Ratcliffe J., 2005, *GIS and crime mapping*, John Wiley and Sons, Hoboken.
- Clarke R.V., Felson M., 1993, *Routine activity and rational choice. Advances in criminological theory*, Transaction Publishers, vol. 5, New Brunswick.
- Cohen L., Felson M., 1979, *Social change and crime rate trends*, „American Sociological Review”, 44, s. 588–608.
- Cracolici M.F., Uberti T.E., 2009, *Geographical distribution of crime in Italian provinces: a spatial econometric analysis*, „Jahrbuch für Regionalwissenschaft”, 29, s. 1–28:  
<http://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=420125003002079005093000087066119092096020034023025001122073009066081022031115002071005059060034023051016025104100121005076000046078006069052024079094013074016108021001016105085071123005023023072118105&EXT=pdf> (dostęp 13.10.2012 r.).
- Eck J.E., Weisburd D., 1995, *Crime places in crime theory*, [w:] Eck J.E., Weisburd D. (red.), *Crime and place*, Monsey, s. 1–33.
- Erdogan S., Dereli M.A., Yalçın M., 2011, *Spatial analysis of five crime statistics in Turkey*, FIG Working Week 2011, Marrakech:  
[http://www.fig.net/pub/fig2011/papers/ts04c/ts04c\\_erdogan\\_dereli\\_et\\_al\\_5202.pdf](http://www.fig.net/pub/fig2011/papers/ts04c/ts04c_erdogan_dereli_et_al_5202.pdf).
- Friendly M., 2007, *A.-M. Guerry's moral statistics of France: Challenges for multi-variable spatial analysis*, „Statistical Science”, 22 (3), s. 368–399.

- Goldschneider M., 2010, *Geografia przestępczości. Uwagi na temat przestrzennych analiz przestępczości przy wykorzystaniu technik cyfrowych*, „Archiwum Kryminologii”, 32, s. 23–43:  
<http://www.inp.pan.pl/wydaw/AK32%20Goldschneider.pdf> (dostęp 12.10.2012 r.).
- Harries K.D., 1974, *The geography of crime and justice*, McGraw-Hill, New York.
- Harries K.D., 1980, *Crime and the environment*, Charles C. Thomas Press, Springfield.
- Herbert D.T., 1989, *Crime and place: an introduction*, [w:] Evans D., Herbert D. (red.), *The geography of crime*, Routledge, London, s. 1–15.
- Higgins D.F., 2003, *A crime analyst's guide to mapping*, ICJIA, Chicago.
- Johnson S.D., Birks D.J., McLaughlin L., Bowers K.J., Pease K., 2007, *Prospective crime mapping in operational context*, Home Office Online Report 19/07:  
[http://www-staff.lboro.ac.uk/~ssgf/kp/2007\\_Prospective\\_Mapping.pdf](http://www-staff.lboro.ac.uk/~ssgf/kp/2007_Prospective_Mapping.pdf) (dostęp 13.10.2012 r.).
- Kuhn T.S., 2001, *Struktura rewolucji naukowych*, Fundacja Aletheia, Warszawa.
- LeBeau J.L., 1987, *Patterns of stranger and serial rape offending: Factors distinguishing apprehended and at large offenders*, „The Journal of Criminal Law & Criminology”, 78 (2), s. 309–326.
- Levine N., 2010, *CrimeStat: A spatial statistics program for the analysis of crime incident locations (v 3.3)*: <http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/workbook.html>.
- Maltz M.D., Gordon A.C., Friedman W., 2000, *Mapping crime in its community setting. Event Geography analysis*: Springer-Verlag, New York:  
<http://www.uic.edu/depts/lib/forr/pdf/crimjust/mappingcrime.pdf>.
- Mordwa S., 2011, *Kradzieże w przestrzeni Łodzi*, „Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica”, 11, s. 187–206.
- Mordwa S., 2013, *Przestępczość i poczucie bezpieczeństwa w przestrzeni miejskiej. Przykład Łodzi*, Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Mydel R., Kozimor K., 1989, *Demograficzne, czasowe i przestrzenne aspekty przestępczości w Krakowie*, „Folia Geographica. Series Geographica-Oeconomica”, 22, s. 63–84.
- Ratcliffe J., 2010, *Crime mapping: spatial and temporal challenges*, [w:] Piquero A.R., Weisburd D. (red.), *Handbook of quantitative criminology*, Springer, New York.
- Rengert G.F., 1989, *Behavioral geography and criminal behavior*, [w:] Evans D.J., Herbert D.T. (red.), *The geography of crime*, Routledge, London.
- Rengert G.F., Simon H., 1981, *Crime spillover*, Sage Publications, Beverley Hills.
- Rich T., Shively M., 2004, *A methodology for evaluating geographic profiling software*, Abt Associates, Cambridge:  
<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/208993.pdf>.
- Rossmo D.K., 2000, *Geographic profiling*, CRC Press, Boca Raton.
- Sagan I., 2004, *Współczesne miasto przestrzennie rozproszone i społecznie podzielone*, [w:] Majer A., Starosta P. (red.), *Wokół socjologii przestrzeni*, Wydawnictwo UŁ, Łódź, s. 181–185.
- Suchecki B. (red.), 2010, *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.

- Thomas E.N., 1973. *Mapy reszt z regresji. Ich charakterystyka i stosowanie w badaniach geograficznych*, „Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej”, 3–4, s. 89–138.
- Tobler W., 1970, *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*, „Economic Geography”, 46, s. 234–40.
- Wilson R.E., Filbert K.M., 2008, *Crime mapping and analysis*, [w:] Shekhar S., Xiong H. (red.), *Encyclopedia of GIS*, Springer, London, s. 180–186.

### THE APPLICATION OF GIS IN CRIME RESEARCH

Nowadays geography can do much more in crime and delinquency research than only mapping. Since 70s of the 20<sup>th</sup> century various research methods have been developed by scientists dealing with geography of crime. The computer tools, including GIS software were the basis for that process. In the paper author presents following methods and research techniques: thematic maps (graphical representation of spatial data, which enables to built geographical basic data models), hot spot analysis (pointing places with high crime concentration), spatial autocorrelation (spatial identification of crime concentration), spatial regression (analysis of crime and other accompanying phenomena), ProMap – prospective mapping (prediction of the most probable places where crimes might be committed), and geographical profiling (element of psychological profiling thanks to which identification of places connected with criminals is possible).

**Keywords:** *geography of crime, world's crime studies, GIS, spatial analysis of crime*

Dr Stanisław Mordwa  
Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych  
Katedra Gospodarki Przestrzennej i Planowania Przestrzennego  
e-mail: most@geo.uni.lodz.pl