

PRZEMYSŁAW ŚLESZYŃSKI  
Instytut Geografii i Przestrzennego  
Zagospodarowania PAN  
Warszawa

## Mapa zasięgu widoku okolic Pińczowa

Zarys treści. W artykule przedstawiono możliwości pomiaru zasięgu widoku i ich wykorzystania w badaniach geograficznych. Zasięg widoku był obliczany na podstawie specjalnie do tego celu opracowanego programu komputerowego. Analizę przeprowadzono dla obszaru 77 km<sup>2</sup> w okolicach Pińczowa. Jej efektem jest pierwsza w Polsce i jedna z pierwszych w świecie mapa zasięgu widoku.

### 1. Badania zasięgu widoku oraz ich wykorzystanie

Wraz z rozwojem techniki w badaniach geograficznych coraz częściej wykorzystuje się nowoczesne narzędzia badawcze. Jednym z narzędzi, przez wielu uznawanym także za jedną z dziedzin geografii, są systemy informacji geograficznej. Nie ulega wątpliwości, że odgrywają one ważną rolę w rozwoju nauk geograficznych. Trzeba zauważyć, że coraz większe znaczenie mają dziś te aspekty GIS, które stymulują rozwój nowych kierunków w geografii lub rozwijają te dziedziny, w których postęp był dotychczas ograniczony właśnie możliwościami technicznymi.

Geografia jest nauką interpretującą przestrzeń, dlatego pożądane są badania, w wyniku których powstają nowe metody poznawania otaczającej przestrzeni. Do takich z pewnością można zaliczyć metody pozwalające na interpretację przestrzeni trójwymiarowej. W tej grupie szczególnie interesujące wydają się być metody określania zasięgu widoku.

Próby określenia zasięgu widoku na podstawie mapy topograficznej były podejmowane przez kartografów i topografów dość dawno, przede wszystkim na potrzeby wojska. Znajomość zasięgu widoczności pozwalała na ukrycie się przed nieprzyjacielem, zaplanowanie marszruty, wybór

miejsc do obrony itp. Jedną z współczesnych metod została opracowana przez L. Flagorowską (1972), ale metoda ta nie uwzględnia krzywizny Ziemi.

Rozwój metod określania zasięgu widoczności wiąże się niewątpliwie z rozwojem technik komputerowych. W latach siedemdziesiątych powstały pierwsze programy symulujące trójwymiarowy model terenu. Określenie zasięgu widoku z punktu wymaga stosunkowo prostych, lecz żmudnych obliczeń, które można było przeprowadzić dopiero w końcu lat osiemdziesiątych, wykorzystując komputery generacji XT. Dużo trudniejsze było obliczenie zasięgu widoku z wielu punktów, np. dla obszaru o powierzchni 10 km<sup>2</sup> przy siatce co 100 m takich punktów jest 1000, co trwa odpowiednio dłużej. Dlatego nieliczne opracowania dotyczące tego zagadnienia są zazwyczaj proste (G. Jones 1989, 1990). W ostatnim czasie T. Brossard i D. Joly (1996) przeprowadzili interesującą analizę struktury widoków, budując trójwymiarowy model terenu i wydzielając różne typy widzianego krajobrazu m.in. w zależności od rodzaju rzeźby i pokrycia terenu. Jedną z pierwszych map zasięgu widoku opracowali w roku 1997 D.R. Miller i A.N.R. Law, wykorzystując program ArcInfo. W analizie, którą przeprowadzili dla części Szkocji, nie uwzględnili oni jednak wpływu pokrycia terenu (lasów, zabudowy) na widoczność.

W Polsce pierwszy komputerowy pomiar zasięgu widoku przeprowadziła A. Otdak (1992), określając zasięg widoczności z jednego punktu w okolicach Zabłudowa w woj. białostockim, wykorzystując program komputerowy Idrisi. Wskazała na możliwości dokładniejszej analizy (np. określenie zasięgu z linii) pod warunkiem

rozwoju technik komputerowych. Zaproponowała również wykorzystanie tej metody do celów oceny estetycznej krajobrazu.

Badania widoku mogą być prowadzone w dwóch zasadniczych aspektach:

a) jako badania poszczególnych widoków lub ich części,

b) jako badania widoku tego samego krajobrazu, ale oglądanego z różnych miejsc.

W przypadku pierwszego podejścia wynikiem analizy jest ogólna charakterystyka widoku. Wybór punktów, z których są one analizowane, może być dokonany przez utworzenie geometrycznej siatki lub przez wybór punktów w charakterystycznych miejscach (linie grzbietowe, wierzchołki wzniesień itp.). Stosując drugie podejście, uzyskujemy odpowiedź na pytanie, skąd roztacza się określony (np. najatrakcyjniejszy) widok na dany krajobraz. Zrozumiałe, że percepcja estetyczna tego samego krajobrazu, jak już wspomniano, jest inna podczas oglądania „z dołu”, a inna „z góry”. Podobnie uważają A. Richling i J. Solon (1996). Można także określić miejsca, skąd widać dany krajobraz lub jego element (na przykład rzekę, szczyt, komin itp.). Ponadto z różnych miejsc elementy wypełniające krajobraz widać w innym położeniu względem siebie, co oczywiście ma także wpływ na dalszą analizę.

W badaniach widoku można także wydzielić aspekt strukturalny (gdy analizuje się zależności położenia elementów budujących krajobraz) oraz funkcjonalny (gdy bierze się pod uwagę funkcjonowanie krajobrazu i przemiany jego fizjonomii w czasie). W zależności od celu analizy widoku wyróżnić można badania na potrzeby oceny estetycznej krajobrazu, planowania przestrzennego, projektowania i budownictwa itp. Wydaje się zatem, że wraz ze wzrostem zapotrzebowania na analizy fizjonomiczne krajobrazu oraz rozwojem technik komputerowych, należy się spodziewać powszechniejszego wykorzystania analiz widoku krajobrazu.

W badaniach widoku istotny jest aspekt ochrony, kształtowania i wykorzystania krajobrazu. Ze względów estetycznych szczególnie istotnym czynnikiem jest tu wpływ działalności człowieka. Ponieważ wśród walorów przyrodniczych znajduje się także i atrakcyjność wizualna krajobrazu, konieczne jest zatem uwzględnienie zadań w zakresie ochrony, kształtowania i rozwoju walorów estetycznych. Walory te w planach zagospodarowania powinny być rozumiane dwójako:

– jako atrakcyjność wizualna poszczególnych regionów (wydzielonych kompleksów przyrodniczych ale i przyrodniczo-kulturowych),

– jako atrakcyjność wizualna poszczególnych

widoków.

Pierwsze podejście jest ważne w przypadku waloryzacji danego obszaru na konkretne potrzeby. Wydzielone jednostki, odznaczające się szczególnie wysokimi walorami estetycznymi, powinny być objęte ochroną. W przypadku dużych obszarów jest to tworzenie parków krajobrazowych.

Drugie podejście ma także zastosowanie przy waloryzacji terenu na różne potrzeby, zwłaszcza turystyczno-rekreacyjne. Widok charakteryzuje się tym, że roztacza się z konkretnego miejsca, dlatego istotne jest również zwrócenie uwagi na wyznaczenie miejsc widokowych. Wskazane są zatem wszelkie zabiegi, służące określonemu sytuowaniu punktów widokowych, szlaków turystycznych, a także dróg, hoteli itp. Przykładem może tu być opracowanie J. Otahela (1980), wskazujące optymalne położenie hoteli w rejonie Tatrzańskiej Łomnicy. Ponadto w przypadku widoków ważna jest jakość i topologia wewnętrznych elementów, czyli zabudowy, infrastruktury (dróg, linii przesyłowych) i krajobrazów. Nawet ten sam krajobraz oglądany z różnych miejsc może być odbierany w różny sposób. Wreszcie zdarzają się sytuacje, że szczególnie interesujące widoki są możliwe do obserwacji ze ściśle określonych miejsc, czasami o określonej porze dnia, a nawet godzinie (np. prześwitujące o zachodzie słońca promienie między skałami jednego ze szczytów w górach Harzu) lub w określonych warunkach pogodowych (np. panorama Tatr z niektórych szczytów Beskidu Żywieckiego i Śląskiego podczas słonecznej i przejrzystej pogody zimowej). W praktyce kształtowanie krajobrazu przez człowieka przebiega dość dowolnie i często niekorzystnie. Przykładem niszczenia unikatowej struktury widoków może być Tatrzański Park Narodowy, gdzie następuje zaśmiecanie i erozja szlaków (R. Szewczyk 1995). Dlatego też – choć niestety rzadko – w polityce środowiskowej przywiązuje się wagę do ochrony obszarów obecnie jeszcze atrakcyjnych krajobrazowo na potrzeby turystyki i rekreacji. Warto nadmienić, że problem ten w Polsce został dostrzeżony już przed II wojną światową, bowiem w ustawie z dnia 10 marca 1934 r. o ochronie przyrody zapisano, że ochronie podlegają: ziemia, jej ukształtowanie i formacje, zwierzęta, wody itp., zachowanie zaś ich leży w interesie publicznym ze względów naukowych, estetycznych, historycznych, pamiątkowych oraz ze względu na swoiste cechy krajobrazu. Ochrona polegała m.in. na zakazie wznoszenia budowli „o pewnej wysokości lub jakości” (M. Fularski 1937).

Sztuka waloryzacji i kształtowania krajobrazu

ze względu na aspekt widokowy opierać się zatem musi na uwzględnieniu zarówno walorów poszczególnych jednostek krajobrazowych, jak i widoków. Tylko łączne rozpatrywanie tych aspektów daje możliwość właściwego kształtowania otaczającego krajobrazu.

Zaproponowana metoda obliczania zasięgu widoku sprowadza się do sprawdzenia, czy obserwowane miejsce nie jest zasłaniane przez jakiś punkt terenu (ryc. 1). Na obszarze badań należy wyznaczyć dostatecznie gęstą sieć punktów i przeprowadzić analizę widoczności z poszczególnych punktów. Punkty, z których określamy widoczność, powinny zazwyczaj leżeć w środku badanego obszaru. W przeciwnym przypadku zasięg widoczności może wykraczać poza obszar badań i wynik analizy może być obarczony błędem. Taka analiza ma sens tylko wówczas, gdy interesuje nas fragment widoku (na przykład widok w jednym kierunku).

Teren badań powinien być ograniczony naturalnymi granicami (barierami) zasłaniającymi widok (linie grzbietowe, granice lasów). Zgodnie z koncepcją „stożków widokowych”, z jednego punktu można poprowadzić sześć stożków. W praktyce jest zwykle inaczej, gdyż zasięg widoku jest ograniczony różnymi przeszkodami. Określanie zasięgu widoku nie jest celowe w obszarach leśnych i zabudowanych.

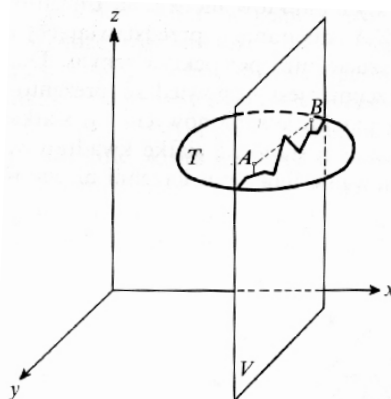
W aspekcie widokowym nowego znaczenia nabierają poszczególne typy pokrycia. Przede wszystkim takie typy pokrycia wysokiego, jak lasy, stanowią *barierę widokową*. Podobne znaczenie ma zabudowa. Barierę taką stanowią również zarośla i ciągi drzew. W naszych warunkach klimatyczno-krajobrazowych w przypadku drzew iglastych można mówić o *barierze widokowej stałej*, w przypadku zaś drzew liściastych i zakrzaczów o *barierze widokowej okresowej* (ze względu na okresowe zrzucanie liści i odsłanianie widoku).

W przypadku rzeźby terenu rolę barier odgrywają grzbiety i wyniosłości. Jednocześnie w tych miejscach usytuowane są punkty widokowe, czyli miejsca, z których widać najwięcej. Punkty widokowe mogą być umieszczone także w pewnej odległości od tych form, u ich podnóża lub w pewnej odległości od nich, gdyż chodzi o ich oglądanie.

## 2. Teren badań

Analiza została przeprowadzona w odniesieniu do terenu o powierzchni 77 km<sup>2</sup>, położonego w Niece Nidziańskiej i stanowiącego prostokąt o wymiarach 7 × 11 km. Zamiarem autora było takie określenie obszaru, aby w jego granicach

znalazły się fragmenty różnych krajobrazowo-jednostek Garbu Pińczowskiego, Doliny Nidy, Niecki Soleckiej, Garbu Wodzisławskiego i



Ryc. 1. Sprawdzenie widoczności: rysunek pokazuje, że pomiędzy punktami A i B nie ma widoczności; T – rzut terenu na płaszczyznę; A, B – punkty, V – przekrój pionowy (profil); x, y, z – współrzędne. Według J. Gaździckiego (1990)

Fig. 1. Visibility analysis: the pictures shows that there is no visibility between points A and B; T – projection of the area, A and B – points, vertical section (profile); x, y, z, – coordinates. After J. Gaździcki (1990)

Niecki Połanieckiej. Zasięg widoku określano z powierzchni 8 km<sup>2</sup>. Przyjęto skalę opracowania 1:25 000 (P. Śleszyński 1996).

Obszar rozcina płaska dolina meandrującej Nidy, lewego dopływu Wisły. W północnej jego części rysuje się doskonale widoczna, wzniesiona do ponad 80 m nad dolinę, gipsowo-wapienna antyklina Garbu Pińczowskiego. Rozszerza się ona w kierunku wschodnim, w północno-wschodniej części terenu badań przechodząc w Nieckę Połaniecką. Fragmenty tej części Niecki Połanieckiej zwane są także Płaskowyzem Jędrzejowskim. U południowego podnóża Garbu leży zabytkowy Pińczów zajmujący ok. 4 km<sup>2</sup>. Na południowo-zachodnich krańcach obszaru wznosi się niewielki fragment Garbu Wodzisławskiego, na południowo-wschodnich zaś – obrzeżenie Niecki Soleckiej. Większe skupiska lasów znajdują się

<sup>1</sup> Koncepcja „stożków widokowych” głosi, że pole widzenia nieruchomego obserwatora wynosi około 60°, i w tak wytyczonych granicach należy przeprowadzać analizę widoku (T. Brossard, J. C. Wieber 1984). Pogląd ten w praktyce nie jest w pełni słuszny, gdyż trudno sobie wyobrazić, aby obserwator nie oglądał aktywnego, co jest w pobliżu owego kąta. Słuszniejsze wydaje się założenie o jakimś innym kącie widzenia wynoszącym znacznie więcej niż 60° (do 360°).

w północno-wschodniej i południowo-zachodniej części. Teren jest zdominowany przez rozdrobnione rolnictwo, często o przestarzałej strukturze. Charakterystyczna jest uprawa zbóż i okopowych, a w dolinie Nidy najwięcej jest użytków łąkowych. Pola uprawne, łąki i pastwiska zajmują 66% całej powierzchni terenu, zabudowa łącznie z sadami około 10%, lasy ponad 15%, przy czym dominują lasy sosnowe mieszanane. Pozostałą część stanowią wody (1%) i nieużytki (0,5%).

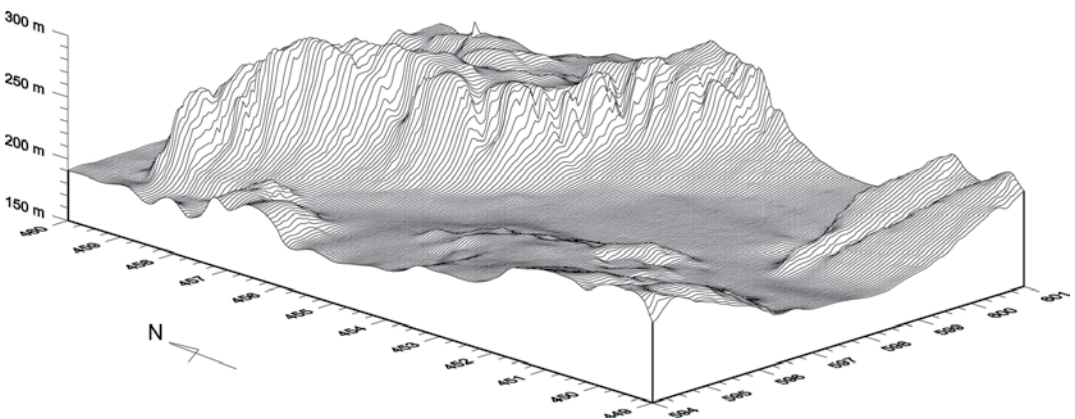
### 3. Trójwymiarowy model powierzchni terenu okolic Pińczowa

Aby móc obliczyć zasięg widoku, zbudowano trójwymiarowy model powierzchni terenu okolic Pińczowa. Było to możliwe dzięki zastosowaniu kilku programów komputerowych. Pierwszym etapem było wprowadzenie przez dygitalizację w programie Atlas Draw poziomicy z mapy topograficznej w skali 1:25 000 układu „1965”. Wybrano cięcie co 5 m, począwszy od poziomicy 185 m n.p.m. Dygitalizacja polegała na wprowadzaniu poziomicy przez wybór charakterystycznych punktów. Ponadto wprowadzono dodatkowo około 100 punktów charakterystycznych, podając ich wysokości w metrach n.p.m. Wysokości niektórych punktów były podane na mapie (punkty wysokościowe), jednak w większości przypadków trzeba je było określić przez interpolację. Łącznie wprowadzono około 7 tysięcy punktów. Przyjęta szczegółowość wydaje się być wystarczająca na potrzeby opracowania.

Zdygitalizowane dane z programu Atlas Draw przekształcono do postaci tekstowej. Każda poziomica miała zapis w postaci pliku tekstowego, gdzie były zamieszczone ich nazwy (np. 185, czyli 185 m n.p.m.) oraz kolumny ze współrzędnymi x i y opisującymi położenie poszczególnych węzłów. Następnie linie poziomicy rozdzielono na poszczególne węzły. Po dalszych przekształceniach (zamiana nazw na wartości wysokości, rozmieszczenie skopiowanych wartości wysokości do odpowiednich węzłów), powstała baza danych dla modelu, czyli plik tekstowy z trzema kolumnami dla trzech współrzędnych (x, y – siatka kilometrowa, z – wysokość w m n.p.m.). Poszczególne wiersze w bazie danych charakteryzowały poszczególne węzły.

Na podstawie tak określonej bazy danych opracowano w programie Surfer for Windows 5.1. trójwymiarowy model terenu okolic Pińczowa. Współrzędne x, y, z modelu zostały przetransformowane na współrzędne płaskie x, y blokdiagramu przedstawiającego powierzchnię terenową w rzucie ortograficznym z południowego zachodu (ryc. 2). W celu uzyskania efektu plastycznego powierzchnia została zaprezentowana na rysunku jako rodzina równoległych przekrojów pionowych.

Podczas opracowywania modelu podstawowe znaczenie miała transformacja zbioru punktów, które rozmieszczone były nieregularnie, zgodnie z morfologią terenu. Transformacja ta sprowadziła się do interpolacji wysokości na podstawie wybranych punktów. W tym celu założono kwadratową siatkę o boku 50 m (2 mm na mapie w skali 1:25 000), czyli teren badań



Ryc. 2. Trójwymiarowy model powierzchni terenu okolic Pińczowa. Skala pozioma 1:140 000, skala pionowa 1:6000, przewyższenie 23:1

Fig. 2. Three-dimensional model of relief in the vicinity of Pińczów. Horizontal scale of 1:140 000, vertical scale of 1:6000, exaggeration 23:1

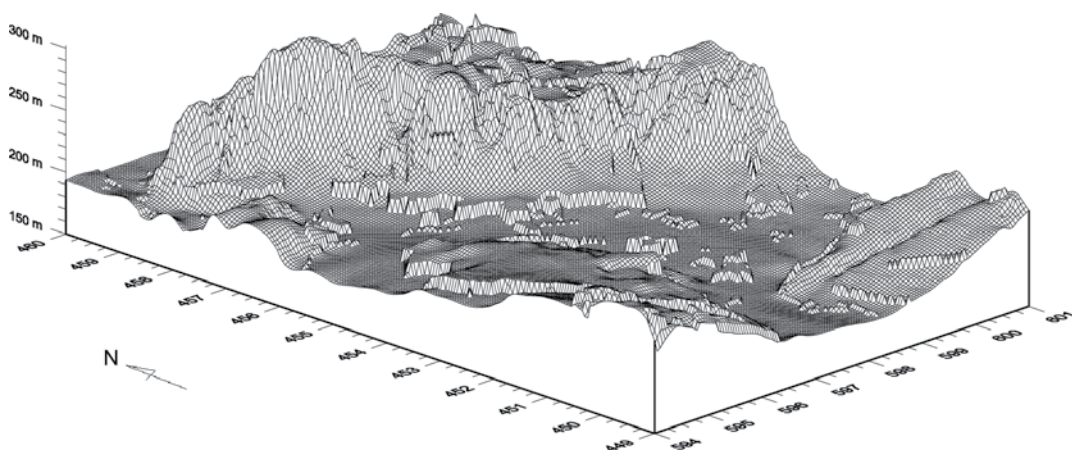
został podzielony na 140 wierszy i 220 kolumn. W węzłach siatki znalazło się 31 161 punktów, dla których miano obliczyć wysokość. Program pobrał bazę danych ze znanymi wartościami współrzędnych i wysokości. Punkty z bazy danych były wybierane w ośmiu sektorach koła o zadanym automatycznie przez program promieniu. W każdym sektorze były brane pod uwagę trzy punkty najbliższe węzłowi siatki. Celem obliczenia poszukiwanej wysokości punktu, program najpierw wyznaczył wielomian szóstego stopnia (równanie powierzchni), aproksymujący powierzchnię terenu na obszarze zawierającym punkt. Aproksymacja w każdym sektorze była prowadzona oddzielnie. Następnie program w węzłach prostokątnej siatki interpolował obliczone (aproksymowane) wartości wysokości, metodą odwrotnej potęgi odległości (przyjęto kwadrat) i z równaniem poprawki metodą najmniejszych kwadratów, z dokładnością do 1 cm, którą zaokrąglono do 0,1 m. Metoda odwrotnej potęgi odległości polega na takiej interpolacji, w której interpolowane wartości nie mogą być większe od maksymalnych i mniejsze od wprowadzonych minimalnych. Metoda najmniejszych kwadratów polega natomiast na minimalizowaniu odległości każdego punktu od średniej arytmetycznej wszystkich punktów (G. B. Norcliffe 1986), w tym przypadku aproksymowanych wysokości z poszczególnych sektorów. W programie Surfer for Windows 5.1. inne dostępne opcje pozwalają na aproksymację z zastosowaniem bardziej złożonych funkcji, dających jednak często bardzo

zafałszowany, jak się okazywało podczas prób, obraz przestrzeni.

Trzeba pamiętać, że tego rodzaju model punktowy (*grid based model*) stanowi siatkę kwadratów zawierającą punkty węzłowe, dla których określone są wysokości powierzchni terenu. Ważną zaletą opisywanego modelu jest jego prostota. Wysokości w punktach węzłowych tworzą macierz, gdzie współrzędne  $x$  i  $y$  są wskaźnikami wiersza i kolumny w macierzy, określającymi jednocześnie położenie punktu węzłowego w siatce. Prostota tego modelu stanowi jednocześnie jego wadę – rozmieszczenie punktów w modelu nie jest związane z istniejącymi formami terenu, stopniem ich złożoności oraz położeniem.

Równocześnie należy pamiętać, że wartości punktów położonych na granicy terenu są obciążone błędami wysokości spowodowanymi tym, że aproksymacja i interpolacja były prowadzone tylko w obrębie obszaru badań.

Kolejną czynnością była transformacja trójwymiarowego modelu powierzchni terenu do postaci pliku tekstowego, gdzie znalazły się trzy kolumny, określające 31 161 punktów współrzędnymi  $x$ ,  $y$  i  $z$ . Plik ten dalej przekształcano wykorzystując różne programy, do programu Atlas\*GIS (w programie Surfer for Windows 5.1. niestety nie można było bezpośrednio wyeksportować trójwymiarowego modelu powierzchni terenu). W programie tym utworzono mapę, której jednym z elementów treści były poszczególne punkty. Każdy punkt był opisany współrzędnymi siatki kilometrowej i wysokością w metrach n. p. m.



Ryc. 3. Trójwymiarowy model terenu okolic Pińczowa, uwzględniający pokrycie. Skala pozioma 1:140 000, skala pionowa 1:6000, przewyższenie 23:1

Fig. 3. Three-dimensional terrain model of the vicinity of Pińczów, with cover. Horizontal scale of 1:140 000, vertical scale of 1:6000, exaggeration 23:1

Następnie do tych punktów, które były położone na obszarze lasów, zabudowy itp. dodano jeszcze jeden atrybut w bazie danych, zawierający ich wysokości n. p. m. powiększone o wysokości względne elementów pokrycia terenu (tablica 1).

Tablica 1. Przybliżone wartości wysokości pokrycia terenu

Rodzaj pokrycia terenu	Przybliżona średnia wysokość w metrach
Lasy	10
Zarośla, zakrzaczenia	3
Zabudowa wiejska	6
Zabudowa miejska	10

Na rycinie 3 przedstawiono trójwymiarowy model powierzchni terenu, uwzględniający pokrycie i zabudowę. Niestety, w programie Surfer for Windows 5.1. z powodów technicznych nie było możliwe przedstawienie pokrycia i zabudowy przez proste nałożenie na blokdiagram. W celu uzyskania większej pogłębności opracowano blokdiagram uwzględniający te elementy. Ponownie interpolowano wartości wysokości powiększone o wysokość pokrycia i zabudowy, tym razem z punktów węzłowych. Dlatego na rysunku dodane elementy nie posiadają „prostych”, pionowych

Visual Basic<sup>2</sup>. Okazało się jednak, że obliczanie zasięgu widoku dla około 30 tysięcy punktów jest niezwykle czasochłonne nawet na dość dobrym sprzęcie komputerowym (1996 r., procesor K5PR90, 1300 MB HDD, 16 MB RAM). Nie powiodły się również próby wykorzystania innych programów. Dlatego obliczanie zasięgu widoku zostało uproszczone. Zdecydowano, że zasięg widoku i jego analizę należy przeprowadzić dla całego terenu badań, ale tylko z wybranych punktów. W tym celu wybrano obszar modelowy o powierzchni 8 km<sup>2</sup> pomiędzy Zakrzowem a wschodnimi stokami Garbu Pińczowskiego. Znajduje się tam 3241 punktów, z których określano zasięg widoku i przeprowadzono analizę atrakcyjności wizualnej krajobrazu.

Wybrany obszar modelowy zawiera fragmenty różnych krajobrazów i jest otoczony naturalnymi granicami. Od północy jest on ograniczony stokami Garbu Pińczowskiego, a od południowego wschodu stokami Niecki Soleckiej. Na zachód rozciągają się lasy, od północnego zachodu zaś teren graniczy z Pińczowem. Obszar w środkowej części przecina Nida.

Zasięg widoku został liczony w punktach węzłowych założonej wcześniej siatki o boku 50 m. Jak wspomniano, wszystkich punktów było 31 161, punktów zaś, z których określano zasięg

Tablica 2. Fragment danych wejściowych do procedury wykonawczej

Współrzędne				Wysokość w m n.p.m.	Wysokość warstwy z pokryciem	Wysokość w m n.p.m. z pokryciem	Wysokość w m n.p.m. z wysokością obserwatora	Wartość wskaźnika atrakcyjności wizualnej × 100
x		y						
km	m	km	m					
599,2	599200	452,05	452050	183,7	0	183,7	185,4	168
599,2	599200	452,10	452100	183,7	0	183,7	185,4	168
599,2	599200	452,15	452150	183,6	0	183,6	185,3	168
599,2	599200	452,20	452200	183,6	0	183,6	185,3	168
599,2	599200	452,25	452250	183,5	0	183,5	185,2	168
599,2	599200	452,30	452300	183,5	0	183,5	185,2	168
599,2	599200	452,35	452350	183,5	0	183,5	185,2	168
599,2	599200	452,40	452400	183,5	0	183,5	185,2	168
599,2	599200	452,45	452450	183,5	0	183,5	185,2	168

ścian (na przykład obrzeża lasów schodzą pod pewnym kątem). Na blokdiagramie umieszczono linie siatki i linie jednakowej wysokości n.p.m. Blokdiagram opracowany jest w rzucie ortograficznym, z południowego zachodu.

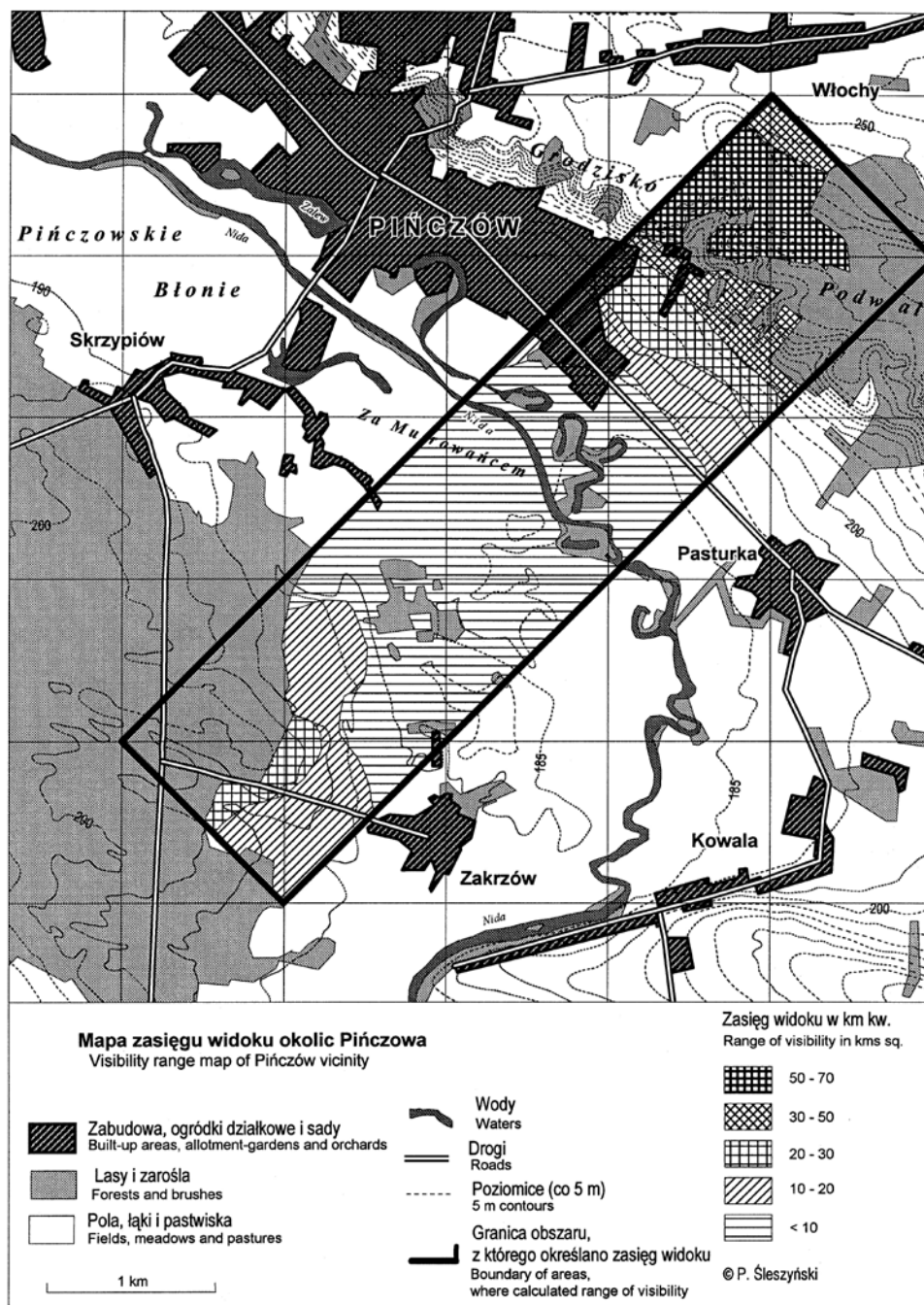
#### 4. Mapa zasięgu widoku okolic Pińczowa

W celu obliczenia zasięgu widoczności, opracowano specjalny program komputerowy w programie

widoku 3241. Jednak nie ze wszystkich punktów obliczano zasięg widoczności. Nie wyliczano zasięgu widoku z zabudowy oraz z powierzchni leśnych. Ponadto określano, czy zasięg widoku wykracza poza teren badań.

Wykorzystując opracowany program obliczono

<sup>2</sup> Było to możliwe przede wszystkim dzięki uprzejmości p. Andrzeja Jarosza z Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN oraz p. Tomasza Pecko, którzy pomogli napisać ten program.



Ryc. 4. Mapa zasięgu widoku okolic Pińczowa  
 Fig. 4. Visibility range map of Pińczów vicinity



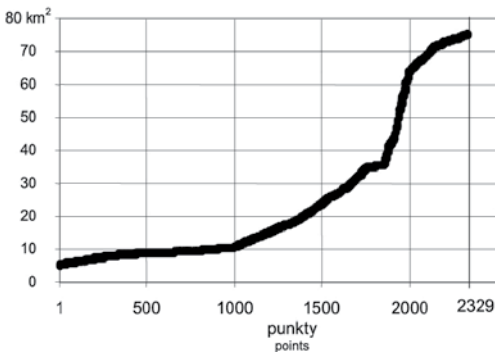
Tablica 3. Fragment danych wyjściowych

Współrzędne		Liczba widocznych punktów	Zasięg widoczności w km <sup>2</sup>	Liczba widocznych punktów na granicy terenu badań	Zsumowana wartość atrakcyjności wizualnej widocznych punktów × 0,0025
x	y				
596650	451350	8062	20,1550	151	25,9497
596650	451400	7943	19,8575	145	25,5838
596650	451450	7630	19,0750	140	24,5377
596650	451500	7243	18,1075	137	23,1537
596650	451550	6803	17,0075	136	21,8924
596650	451600	6676	16,6900	135	21,5214
596650	451650	7218	18,0450	141	23,1068
596650	451700	8510	21,2750	169	27,0418

Tablica 4. Charakterystyka obszarów na terenie modelowym pod względem zasięgu widoku

Obszary o zasięgu widoku	Liczba punktów	Powierzchnia w km <sup>2</sup>	Udział w %
Poniżej 10 km <sup>2</sup>	1160	2,90	35,8
10 – 20 km <sup>2</sup>	503	1,26	15,6
20 – 50 km <sup>2</sup>	277	0,69	8,5
Powyżej 50 km <sup>2</sup>	389	0,97	12,0
Zabudowa, lasy i wody	912	2,28	28,1
Razem	3241	8,10	100,0

zasięg widoku na zasadzie pomiaru widoczności „z każdego do każdego” punktu, poprzez procedurę sprawdzającą, czy obserwowany punkt nie jest zasłaniany przez inny (por. ryc. 1.). Ponieważ



Ryc. 5. Rozkład wartości zasięgu widoku dla poszczególnych punktów obszaru modelowego

Fig. 5. Visibility range values distribution for particular points of model area

poszczególne punkty rozmieszczone były co 50 m, miejsca pomiędzy nimi były interpolowane. W procedurze wykorzystane zostało m.in. twierdzenie Talesa. Program niestety nie uwzględnił krzywizny Ziemi, co jednak przy niewielkich

wymiarach obszaru (7 × 11 km) nie odgrywa większej roli.

Dane wejściowe były dość obszerne, liczyły bowiem prawie 32 tysiące wierszy, dlatego też zamieszczono tylko ich fragment (tablica 2). Dane, na podstawie których obliczono zasięg widoczności, obejmowały m.in.:

- współrzędne x i y co 50 m;
- współrzędne z, bez uwzględnienia pokrycia;
- współrzędne z, z uwzględnionym pokryciem;
- współrzędne z, bez pokrycia, ale z dodaną wysokością obserwatora 1,7 m;
- wartość atrakcyjności wizualnej punktu, reprezentującego powierzchnię 2500 m<sup>2</sup>, określoną na podstawie mapy atrakcyjności wizualnej krajobrazu (P. Śleszyński 1996, 1997).

Po wykonaniu obliczeń uzyskano następujące dane (tabl. 3):

- powtórzone współrzędne x i y,
- liczbę widocznych punktów,
- zasięg widoczności w km<sup>2</sup>,
- liczbę widocznych punktów na granicy terenu badań,
- zsumowaną wartość estetyczną punktów, przemnożoną przez 2500 m<sup>2</sup>.

Wyniki analizy przedstawiono na mapie zasięgu widoku (ryc. 4; P. Śleszyński 1996, 1997), opracowanej w programie MapInfo. Według otrzymanych danych zasięg widoku wynosi od 5



km<sup>2</sup> (dolina Nidy) do 75 km<sup>2</sup> (najwyżej położone partie Garbu Pińczowskiego). Dane te odnoszą się wyłącznie do oznaczonego terenu badań (77 km<sup>2</sup>). Z własnych obserwacji wynika, że całkowity zasięg widoku jest znacznie większy. Na przykład ze szczytowych partii Garbu Pińczowskiego dostrzec można wzniesienia Garbu Wodzisławskiego, leżące około pięciu kilometrów na południe od południowej granicy obszaru badań. Dlatego przedstawioną analizę należy rozpatrywać bardziej w kategoriach metodycznych niż praktycznych.

Na mapie wielkości zasięgu widoku przedstawiono metodą kartogramu dazymetrycznego, wyznaczając cztery przedziały: poniżej 10 km<sup>2</sup>, od 10 do 20 km<sup>2</sup>, od 20 do 50 km<sup>2</sup> i powyżej 50 km<sup>2</sup> (tabl. 4). Ponadto wyróżniono tereny leśne, wodne, zabudowane, drogi oraz dano poziomice co 5 m (ryc. 4). Na rycinie 5 pokazano rozkład wartości zasięgu widoku dla poszczególnych punktów obszaru modelowego.

Zasięg widoku rośnie wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej, a granice poszczególnych klas zasięgu widoku w dużym stopniu przebiegają współkształtnie z przebiegiem poziomicy. Nie oznacza to, że poszczególne wartości poziomicy odnoszą się do tych samych wartości zasięgu widoku. Na przykład miejsca, z których zasięg widoku wynosi około 30 km<sup>2</sup>, w okolicach Zakrzowa położone są na wysokości około 195 m n.p.m., a w okolicach Pińczowa na wysokości około 205 m n.p.m.

Trzeba przyznać, że choć zasięg widoku obliczono z użyciem programu komputerowego, to uzyskane wyniki budzą jednak niekiedy wątpliwości. Najważniejsze zastrzeżenie dotyczy określania zasięgu widoku w miejscach otoczonych naturalnymi barierami (lasami, zabudową). Ze względu na ograniczenie widoczności w pobliżu takich miejsc, zasięg widoku powinien być mniejszy. Jak się okazało podczas analizy danych, różnice między zasięgiem widoku z miejsc leżących w otoczeniu lasów a miejscami nieosłoniętymi, nieco oddalonymi od tych przeszkód widokowych, nie były większe niż 5–15%.

Ewentualne błędy mogły powstać z kilku powodów. Pierwszym jest stosunkowo rzadkie rozmieszczenie punktów – co 50 m. Ma to szczególne znaczenie w terenie urozmaiconym, zwłaszcza na Garbie Pińczowskim. Rozmieszczenie punktów co 50 m miało także wpływ na program obliczający zasięg widoczności, gdyż jak wspomniano, w programie aproksymowano wartości wysokości pomiędzy poszczególnymi punktami. Po trzecie ewentualne błędy mogły wynikać podczas wykonywania trójwymiarowe-

go modelu terenu.

Pomimo częściowego ograniczenia obszaru modelowego naturalnymi granicami okazało się, że zasięg widoku z dużej liczby punktów wykracza poza teren badań. Szczególnie dotyczy to Garbu Pińczowskiego (o czym była mowa wcześniej). W dolinie Nidy z około jednej trzeciej punktów widać tereny leżące poza granicami terenu opracowania.

Wydaje się zatem, że aby uniknąć w przyszłości podobnych błędów, należy przede wszystkim zwiększyć gęstość siatki punktów. Wymaga to jednak znacznie większych możliwości technicznych. Jednocześnie obszar badań należy określić w taki sposób, aby otoczony był naturalnymi granicami. Ponadto w przypadku dużych terenów konieczne jest uwzględnienie w programie poprawki na krzywiznę ziemską.

## 5. Wnioski

a) Metoda nadaje się do wykorzystania, choć nie ulega wątpliwości, że rezultat obliczeń jest przybliżony. Wynika to z przyjętej w opracowaniu siatki punktów, która okazała się za mało gęsta. W dalszych badaniach należy przyjąć szczegółowszy model powierzchni terenu, gęstszą siatkę (lub wybór punktów w miejscach charakterystycznych, na przykład na wierzchołkach wzniesień, na granicy lasów, zabudowy itp.).

b) Nieprecyzyjne okazało się przeprowadzenie analizy widoczności w terenie mającym kształt prostokąta. Odnosi się to przede wszystkim do terenu badań, ale i do obszaru modelowego. Teren badań należy bezwzględnie ograniczać naturalnymi granicami.

c) Wybrane punkty, choć gęsto rozmieszczone (co 50 m), nie pozwalają na zupełnie wiarygodne określenie widoczności w całej przestrzeni, ze względu na często zmieniające się warunki odślaniania i zasłaniania przez poszczególne elementy krajobrazu, szczególnie w terenie urozmaiconym (Garb Pińczowski). Wynik należy przyjąć zatem jako przybliżony i w zasadzie reprezentujący poszczególne punkty pomiarowe. W przyszłości położenie punktów należy określać z większą dokładnością, co jednak wymaga większych możliwości technicznych.

d) Wykorzystanie analiz widoku może być niewątpliwie przydatne szczególnie do szeroko rozumianego planowania i zagospodarowania przestrzennego, zwłaszcza do analiz turystyczno-rekreacyjnych. Rozwój tych badań zależy głównie od możliwości technicznych.

## Literatura

Brossard T., Wieber J.C., 1984, *Le paysage trois, definition, mode d'analyse et de cartographie*. „L'Espace Geographique” 1, s. 5–12.

Brossard T., Joly D., 1996, *Mapping the visual content of landscape: a regional approach by means of Corine Land Cover and digital elevation model*. IALE International Conference „Landscape transformation in Europe. Practical and theoretical aspects”, 9–12 October 1996, Warsaw.

Flagorowska L., 1972, *Podstawowe zasady wyznaczania zakresu widoczności w krajobrazie*. „Czas. Techn.” Ser. B, t. 156, z. 5, Kraków.

Fularski M., 1937, *Polska w międzynarodowym ruchu turystycznym*. „Prace Studium Turyzmu UJ w Krakowie”, t. 5, Warszawa.

Gaździcki J., 1990, *Systemy informacji przestrzennej*. Warszawa – Wrocław, PPWK.

Jones G., 1989, *A land use problem in the Glasgow Green Belt*. Paper presented at the IGU Meeting on Changing Rural Systems, Amsterdam, 21–25. 08.1989.

Jones G., 1990, *Managing land use change in Britain (two case studies)*. Papers of the COMECON III.2 Conference, Jachranka, 3–8.09.1990.

Miller D.R., Law A. N. R., 1997, *The mapping of terrain visibility*. „Cartogr. Journal.” Vol. 34, no. 2, s. 87–91.

Norcliffe G.B., 1986, *Statystyka dla geografów*. Warszawa, PWN.

Ółdak A., 1992, *Możliwości oceny widzialności krajobrazu przy zastosowaniu Geograficznych Systemów Informacyjnych*. W: *Metody oceny środowiska przyrodniczego*. „Gea” nr 2, Warszawa – Płock – Murzynowo Wydawn. WGiSR UW.

Otahel J., 1980, *Studium percepcie krajinnej scenerie a jehi prinos k lokalizaciji zariadenie cestovneho ruchu*. „Geogr. Časopis” R. 32, 4, s. 250–259.

Richling A., Solon J., 1996, *Ekologia krajobrazu*. Wyd. 2, Warszawa, PWN.

Szewczyk R., 1995, *Ocena wartości estetycznych krajobrazu*. Praca magisterska napisana pod kier. prof. A. Richlinga w Zakładzie Kompleksowej Geografii Fizycznej WGiSR UW, Warszawa. Maszynopis.

Śleszyński P., 1996, *Ocena atrakcyjności wizualnej krajobrazu okolic Pińczowa*. Praca magisterska napisana pod kier. prof. A. Richlinga w Zakładzie Kompleksowej Geografii Fizycznej WGiSR UW, Warszawa. Maszynopis.

Śleszyński P., 1997, *Z badań nad fizjonomią środowiska przyrodniczego*. „Prace i Studia Geogr.” T. 21, Wydawn. UW, Warszawa, s. 255–297.

## Visibility range map of Pińczów vicinity

### Summary

The instruments or methods which present and help to interpret three-dimensional space belong to the considerably new means of applying GIS techniques. Methods of determining view range seem here to be of particular interest.

View tests can be carried on in two basic aspects: as exploration of individual scenes or as investigation of the same landscape; only one observed from different locations. The result of the first approach will be a general characterization of the scenic view. The identification of invariant basic observation points can take place by creating a geometric grid or by selecting specific points at characteristic sites such as crest-lines, hill summits etc. According to the second approach one gains an answer to the question concerning the point from which a specific (for instance the most attractive) perspective on a given landscape is available. One can also identify the observation points where specific landscapes or its components (such as a river, mountain top, smoke stack) can be seen. In addition to this the landscape components i.e. its content are visible in different positions mutually. This of course has also an impact upon further analysis. The investigated area should be delimited by natural borders or barriers which cover the view such as crest-lines, forest lines. The identification of view range is not to be attempted in forested or built-up areas.

In the field of view investigation one can also identify a structural aspect, when analysis concerns the situation

of landscape components and a functional aspect, when one considers the functioning of the landscape and the changes of its physiognomy over time.

The proposed method of view range measurement can be defined as testing whether the site observed is hidden behind a certain point on the surface of the given territory. The area of study should be covered by a sufficiently dense network of points from which an analysis of the field of vision is carried out. These points should normally be located in the centre of the area under study. Otherwise the range of the field of vision can extend beyond the field of study and the result of the analysis can be erroneous. Such an analysis is only relevant when our interest is focused on just one element of the view (for example one-directional view).

The empirical analysis was carried out in the vicinity of the town of Pińczów, situated in southern Poland, 50 kms south of the city of Kielce. The area of investigation covered 77 sq. kms (7 × 11 kms), the area of observation was 8 sq. kms. For the purpose of the analysis a three-dimensional model of land cover including wooded areas, built-up areas etc. was elaborated. The computer programmes applied were WinSurfer for Windows and AtlasGIS. The model has included a square grid of side length of 50 metres (there were 31161 nodal points all together and there were 3241 points from which the view range was being determined). The view range was measured on the basis of an algorithm specially developed and written in the programme Visual Basic.

The algorithm was used to test the view range between each pair of points on the grid, at the height of 1.7 metres above ground. As a result a set of individual points was received, characterized by specific values of the view range. A map was elaborated on this basis using the MapInfo computer programme.

The areas from which the view range is less than 10 sq. kms account for 35.8% of the total model area, the area of the view range of between 10 and 20 sq. kms amount to 15.8%, between 20 and 50 sq. kms, to 8.7% and the area of the view range of above 50 sq. kms represent 12.2% of the total area under study.

Determination of the view range can find various

applications. Such an analysis can undoubtedly be used to estimate the aesthetic value of the landscape. It can also be used for the purpose of spatial development, construction, tourism, recreation, as well as for practical field orientation.

An analysis of the view range, as carried in to estimate the aesthetic value of landscape should be considered in two aspects: in the context of visual attractiveness of individual regions (natural landscapes, as well as natural and cultural landscapes) and in the context of visual attractiveness of individual views. These two elements are mutually complementary and therefore the two approaches should be considered jointly.

### Карта предела вида окрестностей Пиньчова

#### Резюме

К относительно новым способам использования техник GIS с уверенностью можно зачислить методы, дающие возможность представления и интерпретации трёхмерного пространства. В этой группе особенно интересными представляются методы определения предела (охвата) вида, а также карты предела вида.

Исследования вида (картины) могут быть проведены в двух основных аспектах: как исследования отдельных видов или их частей, или как исследования вида того же самого пейзажа, но осматриваемого с разных мест. В случае первого подхода результатом анализа является общая характеристика вида. Выбор пунктов, с которых он анализируется, может быть проведён путём построения геометрической сетки или путём выбора пунктов в характерных местах (линии хребтов, вершины возвышенностей и т. п.). Применяя второй подход, получаем ответ на вопрос, откуда распространяется определённый (например, наиболее привлекательный) вид на данный ландшафт. Можно также определить места, откуда виден данный ландшафт или его элемент (например, река, вершина, труба и т. п.). Кроме того, с разных мест элементы заполняющие ландшафт, т. е. содержание, видны в ином положении относительно себя, что конечно имеет тоже влияние на дальнейший анализ. Территория исследований должна быть ограничена натуральными границами (барьерами), закрывающими вид (линии хребтов, границы лесов). Определение предела (охвата) вида не является целесообразным в лесных пространствах и на застроенных территориях.

При исследовании вида можно также выделить структурный аспект (когда анализируются взаимозависимости положения элементов, образующих ландшафт), а также функциональный аспект (когда во внимание берётся функционирование ландшафта и перемены его физиономии во времени).

Предлагаемый метод вычисления пределов вида сводится к проверке, не закрывается ли наблюдаемое место каким-либо пунктом поверхности

местности (рис.1). На территории исследований следует установить достаточно густую сеть пунктов и провести анализ видимости из отдельных пунктов. Пункты, из которых определяется видимость, должны, как правило, находиться в центре территории исследований. В противоположном случае предел видимости может выходить за пределы территории исследований и результат анализа может быть обременён ошибкой. Такой анализ имеет смысл лишь тогда, когда нас интересует фрагмент вида (например, вид в одном направлении).

Анализ был проведён в окрестностях Пиньчова (южная Польша, 50 км южнее г. Кельце) для территории площадью 77 км<sup>2</sup> (прямоугольник 7 × 11 км). Охват вида был вычислен из фрагмента этой территории площадью 8 км<sup>2</sup>. Вначале была разработана в программах Surfer for Windows и Atlas \*GIS трехмерная модель местности, учитывающая подстилающую поверхность (леса, застройка и т. п.). В этой модели была заложена сеть квадратов со стороной 50 м (всех узловых пунктов было 31 161, пунктов, из которых определялся предел вида 3241). Предел вида вычислялся на основе специально разработанного алгоритма в программе Visual Basic, который проверял видимость с каждого до каждого пункта, упомянутых узлов сетки, с высоты 1,7 м. В эффе́кте был получен набор отдельных пунктов с величинами предела (радиуса) вида, и на этой основе в программе Map-Info разработано карту предела вида.

Пространства, из которых предел (радиус) вида меньше, чем 10 км<sup>2</sup>, составляют 35,8% поверхности всей модельной территории, от 10 до 20 км<sup>2</sup> – 15,85%, от 20 до 50 км<sup>2</sup> – 8,7%, а свыше 50 км<sup>2</sup> – 12,2%.

Возможности определения предела вида могут иметь широкое применение. Такой анализ несомненно может быть пригодным для эстетической оценки ландшафта, пространственного благоустройства, строительства, туристических и рекреационных, а также для ориентировки на местности.

Анализ вида для нужд эстетической оценки ландшафта должен рассматриваться двойственно: как визуальная привлекательность отдельных регионов (природных и природно-культурных

ландшафтов), а также как визуальная привлекательность отдельных видов. Эти элементы взаимно дополняются и поэтому оба подхода следует рассматривать вместе.