

Przykład projektowania scenariuszowego inwestycji liniowych w zintegrowanym systemie informacji przestrzennej ARCGIS – COMMUNITYVIZ

Jacek Kocyla¹



Example of scenario-based modelling of linear infrastructure projects in integrated spatial information system ARCGIS – COMMUNITYVIZ. *Prz. Geol.*, 62: 629–633.

A b s t r a c t. Scenario-based analyses of pipeline locations in selected areas of administrative units (communes) are examples of ArcGIS – CommunityViz system implementation for solving planning problems with application of geological data and knowledge. Many different types of information ought to be taken into consideration during pipeline design process. Namely, knowledge about existing infrastructure, local communities, land property, efficiency of decision-making system and finally precisely depicted environmental conditions shall be taken into account. Geological and hydrogeological information is essential for proper construction of gas pipelines and compressor stations. Integrated ArcGIS-CommunityViz spatial information system enables effective implementation of this knowledge to make investment decisions.

tion of this knowledge to make investment decisions.

Keywords: geology, land management, Scenario 360, linear infrastructure projects (gas pipelines)

Przez okres ostatnich kilku lat obserwujemy na świecie i w Polsce wyraźny wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny, który jest surowcem znajdującym szerokie zastosowanie w przemyśle, produkcji energii elektrycznej, usługach, czy w gospodarstwach domowych. Podstawowym elementem umożliwiającym wzrost konsumpcji gazu ziemnego jest odpowiednia infrastruktura przesyłowa mogąca dostarczyć wymaganych ilości gazu końcowym użytkownikom. Szczególnie ważna jest optymalizacja kosztów tego typu inwestycji, na które w stopniu istotnym wpływają warunki geologiczne i hydrogeologiczne panujące na danym obszarze. Tym bardziej zaskakującym wydaje się fakt, że w przypadku sieci gazowej średniego ciśnienia zdarzają się sytuacje nie uwzględniania budowy geologicznej przez wykonawcę w fazie projektowania. Jest to przyczyną dodatkowych komplikacji w realizacji tego typu inwestycji liniowej (zmiany trasy, opóźnienia, wzrost kosztów). Informacja geologiczna określająca rodzaj gruntu oraz głębokości pierwszego poziomu wodonośnego jest jednym z wielu dostępnych typów informacji możliwej do wykorzystania w takich pracach. Stanowi ona dodatkowy element oceny warunków przyrodniczych w procesie projektowania, dla którego o wiele bardziej istotne jest zagospodarowanie terenu, struktura własności, czy występowanie obszarów chronionych. Jednakże, jako informacja uzupełniająca, może w sposób istotny wpłynąć na proces projektowania miejsc lokalizacji tzw. „nitek” gazociągu w aspekcie świadomego wyboru tras jego przebiegu oraz optymalizacji kosztów realizacji całej inwestycji.

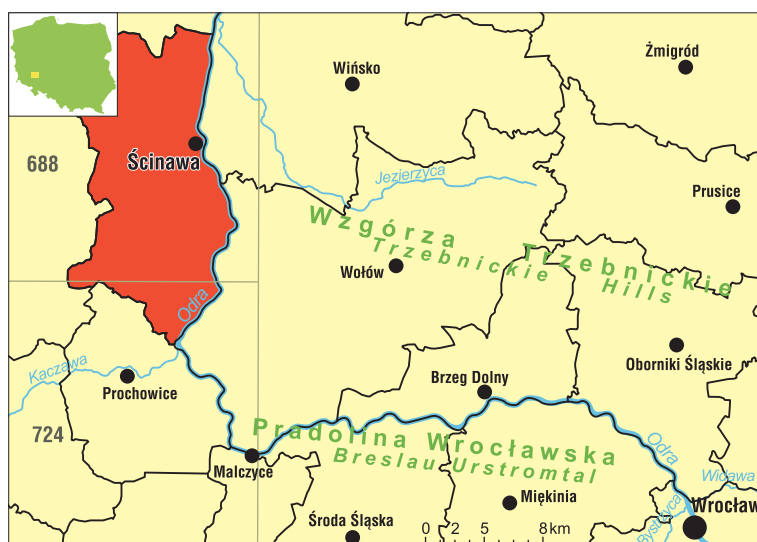
COMMUNITYVIZ

Do przeprowadzenia analizy wyboru tras przebiegu gazociągu został użyty zaawansowany technologicznie pakiet oprogramowania CommunityViz, działający na platformie systemu ArcGIS i stworzony specjalnie na potrzeby planowania przestrzennego. Pomysł utworzenia takiego systemu wspomagającego planowania narodził się

w 1996 r. w miejscowości Rutland, w stanie Vermont w północno-wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Fundacja rodziny Ortonów wraz z firmą Coopers and Lybrand zdecydowała się na stworzenie oprogramowania, które mogłoby „pomóc mieszkańcom obszarów wiejskich Ameryki zdefiniować swoją przyszłość, ukształtować rozwój oraz zachować dziedzictwo lokalnych społeczności”. Fundacja rozwinęła pionierskie prace Centrum Symulacji Środowiskowych (*Environmental Simulation Center – ESC*) i wraz z innymi partnerami pod koniec lat 90. XX w. zaczęła pracować nad specjalistycznym oprogramowaniem, które w końcu przerodziło się w CommunityViz (Brail & Klosterman, 2001).

Pakiet CommunityViz zawiera moduł SCENARIO 360, który umożliwia wykonanie analiz modelowych wykorzystujących dane przestrzenne. Został on zaprojektowany tak, aby za pomocą swych podstawowych funkcji (założeń, wskaźników, narzędzi edycji) pomóc w wizualizacji, analizie i przekazywaniu informacji ułatwiających podejmowanie decyzji przestrzennych dotyczących gmin, miast czy regionów. Utworzony za pomocą tego modułu komputerowy model miejsca w przestrzeni geograficznej pomaga podjąć decyzję o tym, jak i gdzie lokalizować inwestycje, jak wykorzystywać zasoby środowiska oraz pozwala na ocenę i porównania różnych metod działania. W przypadku problemów rozwiązywanych za pomocą interpretacji danych geologicznych moduł SCENARIO 360 pozwoli, uwzględniając wybrane warstwy informacyjne zapisane w formacie wektorowym lub rastrowym (np. rodzaj gruntów, głębokość do zwierciadła wody, lasy, istniejąca infrastruktura), wyznaczyć kilka wariantów układu sieci gazowej na wybranym obszarze. Scenariusz 360 pracuje jako rozszerzenia ArcMap i ArcScene. Najczęstsze obszary jego zastosowań to planowanie lokalne i regionalne, strategie rozwoju, studia i plany zagospodarowania przestrzennego, zarządzanie zasobami środowiska, plany związane z zarządzaniem lasami, plany ochrony przyrody, oceny oddziaływa-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; jacek.kocyla@pgi.gov.pl.



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny

Fig. 1. Location of the investigated area

nia na środowisko, zarządzanie kryzysowe (Van der Heijden, 1996). Do nowych zastosowań tego oprogramowania można dodać modelowanie procesów geologicznych, które powinno nabierać coraz większego znaczenia w planowaniu różnego typu inwestycji infrastrukturalnych.

ANALIZA WARIANTOWA PRZEBIEGU GAZOCIĄGU

Na potrzeby bieżącej analizy została wybrana gmina Ścinawa położona w środkowej części województwa dolnośląskiego, w obrębie doliny Odry (ryc. 1). Teren badań zlokalizowany jest na dwóch arkuszach Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski: 688 – Ścinawa (Michalska, 1981) i 724 – Prochowice (Szałajdewicz, 1980) oraz dwóch arkuszach Mapy Hydrogeologicznej Polski skali 1 : 50 000: 688 – Ścinawa (Krawczyk, 1997) i 724 – Prochowice (Malinowska-Pisz, 1997). Wszystkie obliczenia przeprowadzone przez autora dotyczą sytuacji hipotetycznych oraz opierają się na przykładowych danych o różnym stopniu szczegółowości, aktualności i wiarygodności. Mają głównie na celu pokazanie ścieżki metodycznej oraz możliwości oprogramowania przy przeprowadzaniu dynamicznych analiz scenariuszowych.

Tworzenie planów sieci umożliwi dokonanie alternatywnych wyborów tras i lokalizacji obiektów liniowych dla konkretnego działania inwestycyjnego. Dla potrzeb bieżącej analizy wybrano i utworzono warstwy tematyczne stanowiące podstawę analiz wariantowych. Przedstawiają one przebieg gazociągu, obszary zabudowane, powierzchniową mapę geologiczną, hydroizobaty pierwszego poziomu wodonośnego, aktywność inwestycyjną na danym obszarze, miejsca przejścia gazociągu przez przeszkody (np. rzeki, tory kolejowe), jak i stopień wpływu gruntu na korozję gazociągu w zależności od jego rodzaju i wilgotności.

Oprócz warstw informacyjnych niezwykle istotnym elementem każdej analizy przestrzennej jest odpowiednie dobranie atrybutów, które możemy traktować jako:

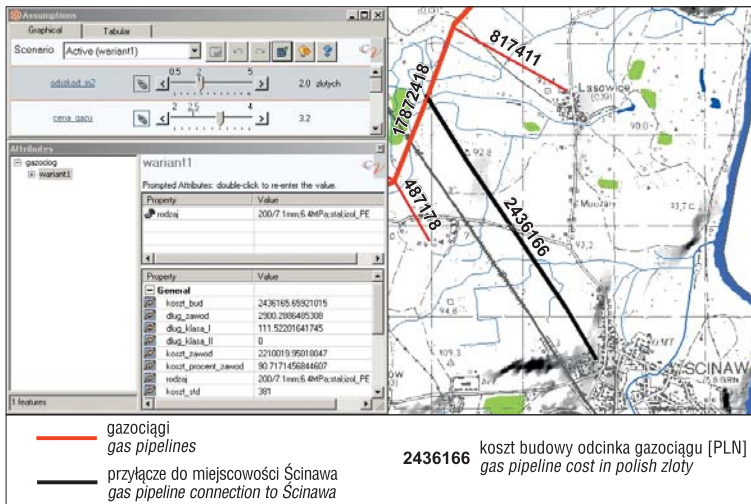
- informację opisującą obiekt na mapie: atrybutem jednostki przestrzennej może być na przykład jej powierzchnia czy liczba mieszkańców;
- charakterystykę obiektów przestrzennych wyrażoną nazwą, liczbą czy obrazem, zwykle przechowywaną w formie tabel; przykładowo atrybuty gazociągu mogą obejmować jego średnicę, rodzaj materiału, z jakiego został zrobiony i jego wydajność,
- kolumnę w tabeli.

Ciekawą właściwością atrybutu, możliwą do utworzenia w projekcie Scenario360, jest jego forma dynamiczna. Atrybuty dynamiczne (oznaczane na ilustracjach piktogramem przedstawiającym błyskawicę) są automatycznie aktualizowane, gdy zachodzą jakieś zmiany w obrębie analiz prowadzonych w projekcie. Przykładowo warstwa przedstawiająca sieć gazową zawiera atrybuty dynamiczne opisujące długość, rodzaj czy koszt budowy nitek przesyłowych gazociągu. W momencie rysowania nowego odcinka wszystkie atrybuty zostają obliczone i wypełnione automatycznie. Z każdym atrybutem związana jest formuła określająca jak został on obliczony. Obliczenia te (np. przejścia przez strefy zawodnione) są prowadzone niezależnie dla wszystkich obiektów na warstwie. W przypadku poniższych analiz użyto formuł wykorzystujących funkcję warunkową obliczającą długość gazociągu przechodzącego przez obszar, któremu przypisany jest konkretny atrybut dynamiczny. Wyniki analiz zostały pokazane na rastrowym podkładzie topograficznym uzupełnionym o wody powierzchniowe (kolor niebieski), lasy (kolor zielony), obszary zabudowane (kolor pomarańczowy) i cieniowaną rzeźbę terenu.

Dla zilustrowania przykładowej analizy przestrzennej wybrano warstwę liniową pokazującą przebieg gazociągu z jej atrybutami dynamicznymi znajdującymi się w polu General oraz przykładowymi założeniami (*assumptions*) (ryc. 2).

Do przykładowych obliczeń wybrano atrybuty dynamiczne warstwy przedstawiającej gazociąg, które obliczają:

- długość nitki gazociągu w metrach (atrybut `dlug_zawod`, ryc. 3) przecinającą warstwę hydroizobat w miejscach płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych;
- długość nitki gazociągu w metrach (atrybut `dlug_klasa_I`, ryc. 3) przecinającą warstwę zawierającą tereny miejskie o zabudowie jednorodzinnej lub wielorodzinnej, intensywnym ruchu kołowym oraz o rozwiniętej infrastrukturze podziemnej (wodociągi, kanalizacja, drogi, tereny górnicze i in.);
- koszt w PLN położenia 1 mb gazociągu (atrybut `koszt_std`, ryc. 3) o określonych parametrach przy korzystnych warunkach zewnętrznych, zgodny z wytycznymi technicznymi budowy sieci gazowych (Kopczyński, 2002);
- całkowity koszt budowy w PLN danego odcinka gazociągu (atrybut `koszt_bud`, ryc. 3) powiększony o odpowiednie współczynniki zwiększające koszty inwestycji przy przejściach przez tereny o płytko położonym zwier-



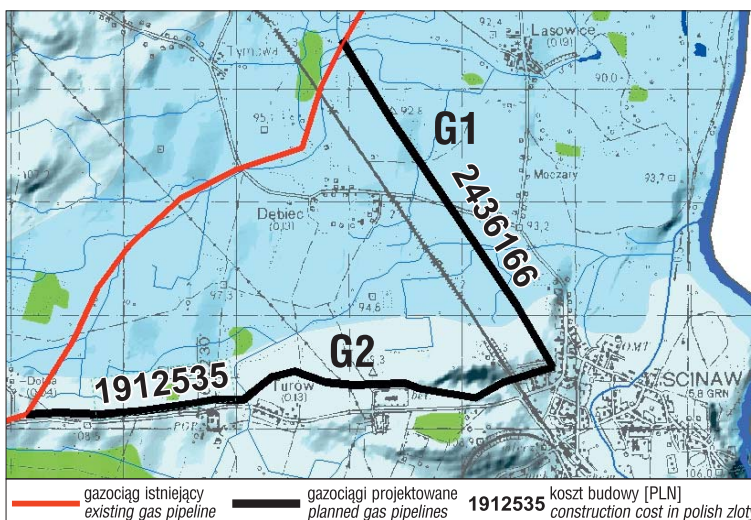
Ryc. 2. Mapa przebiegu gazociągu oraz atrybuty dynamiczne i założenia dla wybranego scenariusza inwestycyjnego

Fig. 2. Gas pipeline location map, dynamic attributes and assumptions for selected investment scenario

Atrybuty gazociągu G1 Attributes of G1 gas pipeline		Atrybuty gazociągu G2 Attributes of G2 gas pipeline	
Property	Value	Property	Value
General			
koszt_bud	2436165.65921015	koszt_bud	1912534.90567385
dług_zawod	2900.2886495308	dług_zawod	0
dług_klasa_I	111.52201641745	dług_klasa_I	427.297379131178
dług_klasa_II	0	dług_klasa_II	0
koszt_zawod	2210019.95018047	koszt_zawod	0
koszt_procent_zawod	90.7171456844607	koszt_procent_zawod	0
rodzaj	200/7.1mm.5.4MPa.stalozol_PE	rodzaj	200/7.1mm.5.4MPa.stalozol_PE
koszt_std	381	koszt_std	381
koszt_jedn	706.290944552059	koszt_jedn	394.429992084619
koszt_odszkod	296979.403284043	koszt_odszkod	417486.648285081
dług_nienosne	436.186796781841	dług_nienosne	0
dług_kor	1853.76328148456	dług_kor	0
aktyw_bud	1292.87292073735	aktyw_bud	2809.83337456475
OBJECTID	36	OBJECTID	56
SHAPE	Polyline	SHAPE	Polyline
SCENARIO	gaz2006	SCENARIO	gaz2006
SHAPE_Length	3449.23813338029	SHAPE_Length	4848.85770365948

Ryc. 3. Porównanie wybranych atrybutów dynamicznych i atrybutu zwykłego (SHAPE_length) nitek gazociągu G1 i G2

Fig. 3. Comparison of selected dynamic attributes and common attribute (SHAPE_length) of G1 and G2 gas pipelines



Ryc. 4. Przebieg dwóch nitek gazociągu G1, G2 wraz z podaniem kosztów ich budowy w PLN w formie etykiet opisujących daną linię

Fig. 4. Location of G1 and G2 gas pipelines with construction costs in Polish zloty showed as labels depicting each line

ciadle wody gruntowej i obszary o rozwiniętej infrastrukturze.

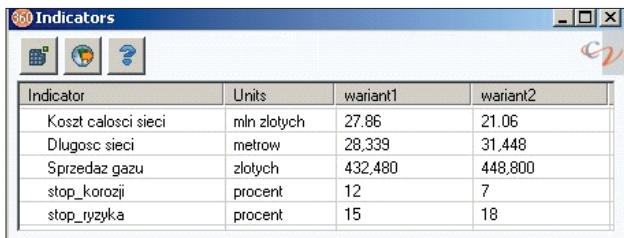
Wartości atrybutów opisujących długości odcinków gazociągu podano w metrach, natomiast wszystkie wartości dotyczące kosztów – w złotych. Oczywiście przy przejściach gazociągu poza obszarami zabudowanymi i zawodnionymi współczynniki wzrostu kosztów wynoszą 0. Tak zdefiniowane atrybuty pozwalają śledzić na bieżąco zmiany w kosztach budowy gazociągu przy rysowaniu (projektowaniu) na monitorze dowolnych tras jego przebiegu (ryc. 4). Oprócz wybranych opisanych wyżej atrybutów na koszty inwestycji bezpośredni wpływ mają wysokości odszkodowań za przejścia gazociągu przez określone tereny (np. planacje truskawek, szkółki leśne, uprawy zbóż) (ryc. 2). Operator programu może zmieniać cenę odszkodowania w przedziale 0,50–5 PLN za metr kwadratowy, prognozując koszty danego odcinka inwestycji.

W przykładzie przedstawionym na rycinie 4 widoczna jest znacznie wyższa suma kosztów budowy nitki gazociągu G1 (około 2,4 mln PLN) względem nitki G2 (około 1,9 mln PLN), mimo większej długości tej drugiej, przy identycznych parametrach technicznych przewodu. Różnica głównie wynika w tym wypadku z przejścia inwestycji przez obszary o płytko położonym zwierciadle wody gruntowej (obszar o ciemniejszym kolorze niebieskim na rycinie 4) na długości 2900 metrów, co znacznie podraża jej koszty. Dużo mniejszy wpływ na koszty ma przejście inwestycji przez tereny o intensywniej rozwiniętej infrastrukturze. Szczegółowe porównanie wartości przykładowych atrybutów ilustruje rycina 3 (atrybuty wyróżnione ramkami opisane w tekście).

W przypadku analiz tego typu istnieje możliwość wyznaczania dowolnej liczby odcinków (nitek gazociągu) i śledzenia dynamicznych zmian wszystkich atrybutów zdefiniowanych przez projektanta. Formuły logiczne umożliwią „inteligentnej” linii rozpoznać rodzaj podłoża, głębokość poziomu wód gruntowych czy typ terenów umieszczonych w projekcie przez geologa w postaci warstw informacyjnych. Dla wybranych założeń zostaną podane natychmiast wartości interesujących nas parametrów. Po przeliczeniu i przeanalizowaniu odpowiedniej liczby wariantów lokalizacji przebiegu gazociągu można w gronie ekspertów i decydentów wyznaczyć dwa ostateczne scenariusze (warianty propozycji), będące wynikiem rozsądnego kompromisu. Jednym z ostatnich etapów projektu Scenariusz360 będzie ustalenie wskaźników (*indicators*) ułatwiających pokazanie istotnych różnic pomiędzy propozycjami. W tym przypadku wskaźniki zostały zdefiniowane za pomocą funkcji obli-

Tab. 1. Wskaźniki wraz z formułami zdefiniowane dla projektu sieci gazociągów w gminie Ścinawa
Table 1. Indicators with defined formulas for gas network project in Ścinawa commune

Wskaźnik Indicator	Formuła Formula
koszt calosci sieci	$(\text{Sum}([\text{Attribute:przejscia:koszt}]) + \text{Sum}([\text{Attribute:gazociog:koszt_bud}]) + \text{Sum}([\text{gazociog:koszt_odskod:}])) / 1000000$
długość sieci	$(\text{Sum}([\text{Attribute:gazociog:SHAPE_Length}]))$
sprzedaz gazu	$(\text{Sum}([\text{Attribute:zabud_sc:opłata_gaz}], \text{Where}([\text{Attribute:zabud_sc:klient_OK}]=1)))$
stop_korozji	$(\text{Sum}([\text{Attribute:dług_kor}]) / \text{Sum}([\text{Attribute:gazociog:SHAPE_Length}])) * 100$
stop_ryzyka	$(\text{Sum}([\text{Attribute:gazociog:aktyw_bud}]) / \text{Sum}([\text{Attribute:gazociog:SHAPE_Length}])) * 100$



Indicator	Units	wariant1	wariant2
Koszt calosci sieci	mln złotych	27.86	21.06
Długość sieci	metrow	28,339	31,448
Sprzedaz gazu	złotych	432,480	448,800
stop_korozji	procent	12	7
stop_ryzyka	procent	15	18

Ryc. 5. Porównanie wartości wskaźników dla dwóch wariantów inwestycji (Uwaga: zapis liczb w systemie amerykańskim; liczba 35,436 = 35436, 23,92 = 23,92)

Fig. 5. Comparison of indicator values for two scenarios (Attention: numbers in table are in American notation, thus: 35,436 = 35436, 23,92 = 23,92)

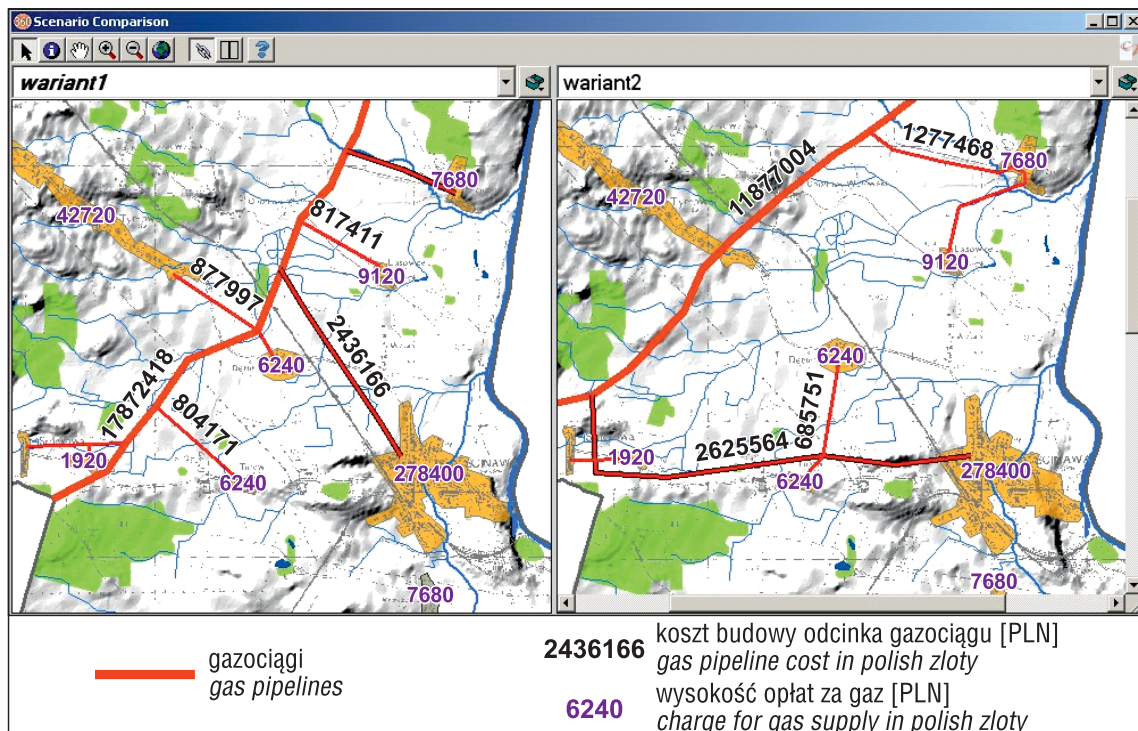
czającej sumaryczną wartość rekordów w kolumnach tabel atrybutów wybranych warstw informacyjnych (tab. 1).

Wskaźniki opisane w tabeli 1 i porównane z ryciną 5 podają kolejno: całkowity koszt budowy infrastruktury gazowej w obu wariantach, długość projektowanych nitek

gazociągu, wpływy od odbiorców podłączonych do sieci, procent obszarów o płytko położonym zwierciadle wody gruntowej, przez które jest poprowadzony gazociąg oraz procent obszarów o intensywnej aktywności budowlanej, przez które jest zaplanowane przeprowadzenie gazociągu. Sumaryczne wartości wskaźników są wyznaczane dla obu wariantów (ryc. 5).

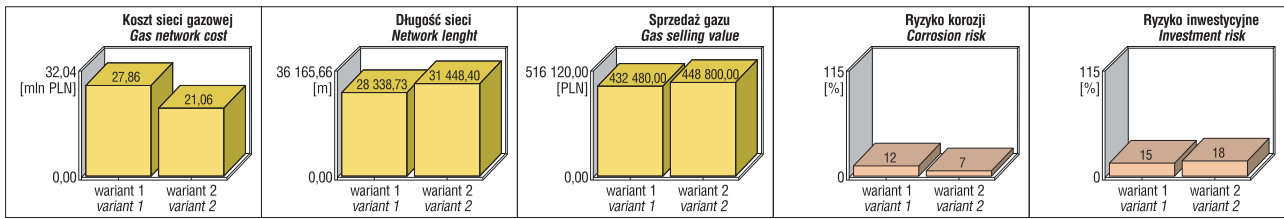
Graficznie porównanie scenariuszy można uzyskać poprzez skorzystanie z odpowiedniej opcji oprogramowania, która umożliwia natychmiastowe wyświetlenie obrazu obu propozycji (ryc. 6).

Przedstawiona rycina 6 ma charakter poglądowy. Jest możliwe oczywiście dołączenie do projektu pełnych kompozycji mapowych dla wybranych wariantów. Ze względu na skalę opracowania pokazano jedynie fragment obszaru gminy wraz z różnymi przebiegami i różną liczbą nitek gazociągu. Dodatkowo na ilustracji zostały umieszczone ceny poszczególnych nitek gazociągu (etykiety w kolorze czarnym) oraz wysokość opłaty za gaz odbiorców indywidualnych z danej miejscowości (etykiety w kolorze fioletowym). Przy obliczaniu szacunko-



Ryc. 6. Porównanie graficzne dwóch scenariuszy końcowych wariant1 oraz wariant2 dla przykładowego projektu Scenario360

Fig. 6. Graphic comparison of two scenarios wariant1 and wariant2 for exemplary Scenario360 project



Ryc. 7. Porównanie wskaźników dla dwóch scenariuszy końcowych wariant1 oraz wariant2
Fig. 7. Final indicator values for two scenarios wariant1 and wariant2

wych wysokości opłat za gaz zostało wzięte pod uwagę średnie zużycie gazu na osobę w ciągu roku oraz cena metra sześciennego gazu zapisana w formie odpowiedniego założenia (ryc. 2).

Równolegle w formie graficznej i tabelarycznej można przedstawić wielkości wskaźników ułatwiających wybór wariantu ostatecznego uwzględniającego określone wymagania (ryc. 7).

W przypadku analizy powyższych wyników pokazanych w formie wykresów i tabeli wartości poszczególnych wskaźników można stwierdzić, że podjęcie decyzji planistycznej zostało w znacznym stopniu ułatwione oraz uczyniło ją bardziej świadomą. Za przyjęciem scenariusza wariant2 przemawia wartość większości wskaźników, zarówno geologicznych, jak i ekonomicznych, z których zasadniczym jest koszt całości sieci gazowej wynoszący ponad 6 mln PLN – mniej niż w scenariuszu wariant1 (pomimo większej długości sieci).

Na tym etapie analizy, posiadając tabelaryczny (liczbowy i opisowy) oraz graficzny (mapy i diagramy wskaźników) obraz problemu przestrzennego do rozwiązania, można narysować na ekranie własną kompozycję przebiegu gazociągu i obserwować natychmiastowe zmiany kolorowych słupków wskaźników oraz wartości atrybutów dynamicznych edytowanej warstwy. Rysunek może powstawać na dowolnym podkładzie topograficznym (rastrowym lub wektorowym), a operator nie musi posiadać szerokiej wiedzy z wielu dziedzin obejmujących zakres przedstawianych analiz przestrzennych. Powinien natomiast pracować na danych rzetelnie przygotowanych przez odpowiednich specjalistów: geologów, geodetów, przyrodników, kartografów czy planistów przestrzennych. Rysowana w dowolnym miejscu linia jest w stanie „rozpoznać” dane na warstwach, które zostały zaimplementowane w projekcie Scenario360 przez jego autora i uzmysłowić każdemu decydentowi, że jej narysowanie (zaprojektowanie) pociąga za sobą rzeczywiste zmiany współzależnych od siebie parametrów i skutkuje podaniem konkretnych cyfr opisujących skomplikowane zależności występujące w wielowarstwowych analizach przestrzennych. Tak przygotowana analiza może być punktem wyjścia do dyskusji w dowolnym gronie decydentów (np. radnych) na temat możliwości zastosowania optymalnego wariantu realizacji inwestycji na wybranym obszarze.

PODSUMOWANIE

Projektowanie i praktyczna realizacja prac związanych z tworzeniem inwestycji liniowych jest niezwykle istotnym elementem w rozwijaniu infrastruktury. Budowa sieci rurociągów o różnym przeznaczeniu, sieci kanalizacyjnej, czy drogowej wymaga bezpośredniej ingerencji w przypowierzchniowe warstwy litosfery. Wykonywanie prac ziemnych nawet na niewielkich głębokościach (rzędu kilku metrów) powinno być poprzedzone wykonaniem rozpoznania geologicznego, nawet na podstawie materiałów archiwalnych. Rodzaj i parametry fizyczno-mechaniczne gruntu, występowanie wód podziemnych i warunki geomorfologiczne powinny być brane pod uwagę na etapie projektowania każdej tego typu inwestycji. Rzetelne określenie warunków geologicznych ma nie tylko bezpośredni wpływ na koszty inwestycji, ale także na lepsze zrozumienie złożonych zależności występujących w całym środowisku przyrodniczym. Jest ono także ważnym czynnikiem przy podejmowaniu świadomych i odpowiedzialnych decyzji planistycznych. Zaawansowane technologie informatyczne przedstawione w artykule są w stanie w sposób efektywny i efektywny pomóc każdemu projektantowi w rozwiązywaniu problemów przy planowaniu dowolnych inwestycji.

LITERATURA

- BRAIL R.K. & KLOSTERMAN R.E. 2001 – Planning Support Systems: Integrating Geographic Information Systems, Models and Visualization Tools. ESRI Press. Redlands.
- KOPCZYŃSKI A. 2002 – Aktualizacja warunków technicznych dla uzgodnień inwestycji obcych zlokalizowanych w sąsiedztwie SGT w dostosowaniu do przepisów rozporządzenia ministra gospodarki z dnia 30.07.2001 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać sieci gazowe. Biuro Studiów i Projektów Gazownictwa Gazo-projekt SA, Wrocław.
- KRAWCZYK J. 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Ścinawa (688). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa
- MALINOWSKA-PISZ A. 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Prochowice (724). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa.
- MICHALSKA E. 1981 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Ścinawa (688) wraz z objaśnieniami. PG Proxima S.A. Wrocław.
- SZAŁAJDEWICZ J. 1980 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Prochowice (724) wraz z objaśnieniami. PG Proxima S.A. Wrocław.
- VAN der HEIJDEN K. 1996 – Scenarios: The Art of Strategic Conversation. Wiley&Sons Ltd., England.